

20 JUN 2003

PCT/JP03/16058

15.12.03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

10/540217

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2002年12月20日

出願番号
Application Number:

特願2002-371047

[ST. 10/C]:

[JP 2002-371047]

出願人
Applicant(s):

財団法人生産技術研究奨励会

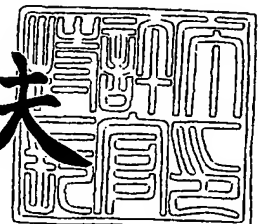
RECEIVED	
06 FEB 2004	
WIPO	PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3112504 |

【書類名】 特許願

【整理番号】 IIS0212003

【提出日】 平成14年12月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C06K 9/62

【発明の名称】 画像における移動物体の追跡方法及び装置

【請求項の数】 37

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区幸町 1 - 7 3 6 - 9

【氏名】 上條 俊介

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市青葉区美しが丘 2 - 5 6 - 7

【氏名】 坂内 正夫

【特許出願人】

【識別番号】 801000049

【氏名又は名称】 財団法人生産技術研究奨励会

【代理人】

【識別番号】 100092587

【弁理士】

【氏名又は名称】 松本 眞吉

【電話番号】 0426-20-7053

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004880

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像における移動物体の追跡方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 時系列画像を処理して画像中の移動物体を追跡する画像上移動物体追跡方法において、各画像が、複数画素からなるブロックに分割され、移動物体の識別符号がブロック単位で付与されているとともに該移動物体の動きベクトルがブロック単位で求められている場合に、

(a) 隣り合うブロックの動きベクトルの差の絶対値が所定値以内のブロックに同一の識別符号を付与することにより、画像上で互いに重なった移動物体に互いに異なる識別符号を付与する、

ことを特徴とする画像上移動物体追跡方法。

【請求項 2】 該時系列画像のうち連続する N 画像 ($N \geq 2$) について該ステップ (a) の処理を行い、

(b) 該 N 画像の各々において、第 1 識別符号が付与されたブロック群である第 1 オブジェクトと第 2 識別符号が付与されたブロック群である第 2 オブジェクトとが接し、かつ、該 N 画像について時間的に隣り合う画像の第 1 オブジェクト間の相関度が所定値以上であるかどうかを判定する、

ことを特徴とする請求項 1 記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項 3】 該相関度は、該時間的に隣り合う第 1 オブジェクトの一方をその動きベクトルに基づいて移動させたものと他方との図形論理積の面積の、該一方又は他方の面積に対する割合に略等しいことを特徴とする請求項 2 記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項 4】 (c) 該ステップ (b) で肯定判定された後に、時間を遡って該第 1 オブジェクトと該第 2 オブジェクトとを追跡する、

ステップをさらに有することを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項 5】 時系列画像及びプログラムが格納される記憶装置と、該記憶装置に結合されたプロセッサと、
を有する画像上移動物体追跡装置において、該プログラムは該プロセッサに対

し該時系列画像を読み出して処理することにより画像中の移動物体を追跡し、該処理により、各画像が、複数画素からなるブロックに分割され、移動物体の識別符号がブロック単位で付与されているとともに該移動物体の動きベクトルがブロック単位で求められており、該プログラムは、

(a) 隣り合うブロックの動きベクトルの差の絶対値が所定値以内のブロックに同一の識別符号を付与することにより、画像上で互いに重なった移動物体に互いに異なる識別符号を付与する手順、

を有することを特徴とする画像上移動物体追跡装置。

【請求項6】 該プログラムは、

該時系列画像のうち連続するN画像 ($N \geq 2$) について該ステップ(a)の処理を行う手順と、

(b) 該N画像の各々において、第1識別符号が付与されたブロック群である第1オブジェクトと第2識別符号が付与されたブロック群である第2オブジェクトとが接し、かつ、該N画像について時間的に隣り合う画像の第1オブジェクト間の相関度が所定値以上であるかどうかを判定する手順と、

を有することを特徴とする請求項5記載の画像上移動物体追跡装置。

【請求項7】 該手順(b)の該相関度は、該時間的に隣り合う第1オブジェクトの一方をその動きベクトルに基づいて移動させたものと他方との図形論理積の面積の、該一方又は他方の面積に対する割合に略等しいことを特徴とする請求項6記載の画像上移動物体追跡装置。

【請求項8】 該プログラムはさらに、

(c) 該ステップ(b)で肯定判定された後に、時間を遡って該第1オブジェクトと該第2オブジェクトとを追跡する手順、

を有することを特徴とする請求項6又は7記載の画像上移動物体追跡装置。

【請求項9】 時系列画像を処理して画像中の移動物体を追跡する画像上移動物体追跡方法において、各画像が、複数画素からなるブロックに分割され、移動物体の動きベクトルがブロック単位で求められ、動きベクトルが未定の第1ブロックが存在する場合、

(a) 該第1ブロックの回りの決定済動きベクトルを抽出し、

(b) 該抽出された動きベクトルを、相互のベクトルの差の絶対値が所定値以下になるようにグループに分け、

(c) ベクトル数が最大のグループに含まれる動きベクトルの略平均ベクトルを、該第1ブロックの動きベクトルと推定する、

ことを特徴とする画像上移動物体追跡方法。

【請求項10】 該ステップ(a)において抽出すべき決定済動きベクトルが存在しない場合、該ステップ(c)で推定された動きベクトルを決定済動きベクトルとみなして、該ステップ(a)～(c)を実行することを特徴とする請求項9記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項11】 時系列画像及びプログラムが格納される記憶装置と、該記憶装置に結合されたプロセッサと、

を有する画像上移動物体追跡装置において、該プログラムは該プロセッサに対し該時系列画像を読み出して処理することにより画像中の移動物体を追跡し、該処理により、各画像が、複数画素からなるブロックに分割され、移動物体の動きベクトルがブロック単位で求められており、該プログラムは、動きベクトルが未定の第1ブロックが存在する場合、

(a) 該第1ブロックの回りの決定済動きベクトルを抽出する手順と、

(b) 該抽出された動きベクトルを、相互のベクトルの差の絶対値が所定値以下になるようにグループに分ける手順と、

(c) ベクトル数が最大のグループに含まれる動きベクトルの略平均ベクトルを、該第1ブロックの動きベクトルと推定する手順と、

を有することを特徴とする画像上移動物体追跡装置。

【請求項12】 該プログラムはさらに、

(d) 該ステップ(a)において抽出すべき決定済動きベクトルが存在しない場合、該ステップ(c)で推定された動きベクトルを決定済動きベクトルとみなし、該ステップ(a)～(c)を実行させる手順、

を有することを特徴とする請求項11記載の画像上移動物体追跡装置。

【請求項13】 時系列画像を処理して画像中の移動物体を追跡する画像上移動物体追跡方法において、各画像は、複数画素からなるブロックに分割されて

おり、移動物体の識別符号をブロック単位で付与するとともに該移動物体の動きベクトルをブロック単位で求める場合に、

(a) 時刻 t_1 の画像のブロックサイズの領域から時刻 t_2 の画像の着目ブロックへの動きベクトルを MV と推定し、該着目ブロックの識別符号を ID と推定し、

(b) 該時刻 t_2 の画像の該着目ブロックの回りのブロックのうち識別符号が ID である少なくとも 1 つのブロックの動きベクトルと該着目ブロックの動きベクトル MV との差の絶対値を含む、相関度に関する量を求め、

(c) 該相関度に関する量を含む評価関数の値を、所定範囲内で該第 1 領域を移動させ各領域について求め、該値の略最適値に基づいて該動きベクトル MV 及び該識別符号 ID を決定する、

ことを特徴とする画像上移動物体追跡方法。

【請求項 14】 該ステップ (c) の相関度に関する量は、

$\Sigma |MV - MV_{neighbor}| / L$ であり、

ここに、 $MV_{neighbor}$ は、該着目ブロックの回りのブロックのうち、該着目ブロックの識別符号 ID と同一 ID を有するブロックの動きベクトルであり、 Σ は該同一 ID を有するブロックについての総和を意味し、 L は該同一 ID を有するブロックの数である、

ことを特徴とする請求項 13 記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項 15】 時系列画像及びプログラムが格納される記憶装置と、該記憶装置に結合されたプロセッサと、

を有する画像上移動物体追跡装置において、該プログラムは該プロセッサに対し該時系列画像を読み出して処理することにより画像中の移動物体を追跡し、該処理により、各画像が、複数画素からなるブロックに分割され、該プログラムは、移動物体の識別符号をブロック単位で付与するとともに該移動物体の動きベクトルをブロック単位で求める場合に、

(a) 時刻 t_1 の画像のブロックサイズの領域から時刻 t_2 の画像の着目ブロックへの動きベクトルを MV と推定し、該着目ブロックの識別符号を ID と推定する手順と、

(b) 該時刻 t_2 の画像の該着目ブロックの回りのブロックのうち識別符号が ID である少なくとも 1 つのブロックの動きベクトルと該着目ブロックの動きベクトル MV との差の絶対値を含む、相関度に関する量を求める手順と、

(c) 該相関度に関する量を含む評価関数の値を、所定範囲内で該第 1 領域を移動させ各領域について求め、該値の略最適値に基づいて該動きベクトル MV 及び該識別符号 ID を決定する手順と、

を有することを特徴とする画像上移動物体追跡装置。

【請求項 16】 該手順 (c) の相関度に関する量は、

$\Sigma |MV - MV_{neighbor}| / L$ であり、

ここに、 $MV_{neighbor}$ は、該着目ブロックの回りのブロックのうち、該着目ブロックの識別符号 ID と同一 ID を有するブロックの動きベクトルであり、 Σ は該同一 ID を有するブロックについての総和を意味し、 L は該同一 ID を有するブロックの数である、

ことを特徴とする請求項 15 記載の画像上移動物体追跡装置。

【請求項 17】 時系列画像を処理して画像中の移動物体を追跡する画像上移動物体追跡方法において、各画像は、複数画素からなるブロックに分割されており、移動物体の識別符号をブロック単位で付与するとともに該移動物体の動きベクトルをブロック単位で求める場合に、

時刻 t_1 の画像のブロックサイズの領域から時刻 t_2 の画像の着目ブロックへの動きベクトルを MV と推定して、該ブロックサイズの領域より大きく該ブロックサイズの領域と同心の第 1 領域の画像と該第 1 領域と同一形状で該着目ブロックと同心である第 2 領域の画像との類似度に関する量を求め、

該類似度に関する量を含む評価関数の値を、所定範囲内で該第 1 領域を移動させ各領域について求め、該値の略最適値に基づいて該動きベクトル MV を決定することを特徴とする画像上移動物体追跡方法。

【請求項 18】 時系列画像及びプログラムが格納される記憶装置と、

該記憶装置に結合されたプロセッサと、

を有する画像上移動物体追跡装置において、該プログラムは該プロセッサに対し該時系列画像を読み出して処理することにより画像中の移動物体を追跡し、該

処理により、各画像が、複数画素からなるブロックに分割され、移動物体の識別符号がブロック単位で付与されるとともに該移動物体の動きベクトルがブロック単位で求められ、該プログラムは、

時刻 t_1 の画像のブロックサイズの領域から時刻 t_2 の画像の着目ブロックへの動きベクトルを MV と推定して、該ブロックサイズの領域より大きく該ブロックサイズの領域と同心の第 1 領域の画像と該第 1 領域と同一形状で該着目ブロックと同心である第 2 領域の画像との類似度に関する量を求める手順と、

該類似度に関する量を含む評価関数の値を、所定範囲内で該第 1 領域を移動させ各領域について求め、該値の略最適値に基づいて該動きベクトル MV を決定する手順と、

を有することを特徴とする画像上移動物体追跡装置。

【請求項 19】 時系列画像を処理して画像中の移動物体を追跡する画像上移動物体追跡方法において、

(a) 各画像を、複数画素からなるブロックに分割し、

(b) 背景画像も移動物体の 1 つとみなして、ブロック単位で移動物体の識別符号を付与するとともにブロック単位で該移動物体の動きベクトルを求める、ことを特徴とする画像上移動物体追跡方法。

【請求項 20】 該ステップ (b) は、

(b1) 背景画像であるかどうかを区別せずに、時刻 t_1 と t_2 の画像間のブロックマッチングにより、該時刻 t_2 のブロックの動きベクトルを決定し、

(b2) 該ステップ b1 で決定されなかったブロックの動きベクトルを、請求項 9、10、13 又は 14 のいずれか 1 つに記載の方法で推定することにより求め、

(b3) 隣り合うブロックの動きベクトルの差の絶対値が所定値以下のブロックに同一識別符号を付与する、

ことを特徴とする請求項 19 記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項 21】 時系列画像及びプログラムが格納される記憶装置と、該記憶装置に結合されたプロセッサと、

を有する画像上移動物体追跡装置において、該プログラムは該プロセッサに対

し該時系列画像を読み出して処理することにより画像中の移動物体を追跡し、該処理により、各画像が、複数画素からなるブロックに分割され、該プログラムは、

(b 1) 背景画像であるかどうかを区別せずに、時刻 t_1 と t_2 の画像間のブロックマッチングにより、該時刻 t_2 のブロックの動きベクトルを決定する手順と、

(b 2) 該ステップ b 1 で決定されなかったブロックの動きベクトルを、請求項 9、10、13 又は 14 のいずれか 1 つに記載の方法で推定することにより求める手順と、

(b 3) 隣り合うブロックの動きベクトルの差の絶対値が所定値以下のブロックに同一識別符号を付与する手順と、

を有することを特徴とする画像上移動物体追跡装置。

【請求項 2 2】 時系列画像を処理して画像中の移動物体を追跡する画像上移動物体追跡方法において、各画像が、複数画素からなるブロックに分割され、ある時刻での移動物体の動きベクトルをブロック単位で求めたオブジェクトマップを、互いに異なる時刻について複数枚記憶しておき、

(a) 該複数枚のオブジェクトマップのうちの 1 つについて、着目領域の動きベクトルを求め、

(b) 求めた動きベクトルだけ該着目領域を正又は負の方向へ移動させた領域の動きベクトルを、移動後の時刻におけるオブジェクトマップに基づいて求め、

該移動させた領域を該移動後の時刻におけるオブジェクトマップ上の着目領域として、該ステップ (b) を複数回繰り返すことにより、該着目領域を追跡することを特徴とする画像上移動物体追跡方法。

【請求項 2 3】 該ステップ (a) 又は (b) において、該着目領域と重なった各ブロックの重なり部分の画素数を重みとし該着目領域と重なった各ブロックの動きベクトルの重み付き平均ベクトルを求め、該重み付き平均ベクトルを該着目領域の動きベクトルとすることを特徴とする請求項 2 2 記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項 2 4】 該ステップ (a) の着目領域は、1 つのブロックであるこ

とを特徴とする請求項 22 又は 23 記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項 25】 該ステップ (a) のオブジェクトマップは最新のものであり、該ステップ (b) では該着目領域を負の方向へ移動させることを特徴とする請求項 22 乃至 24 のいずれか 1 つに記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項 26】 最も古いオブジェクトマップを、最も新しいオブジェクトマップで更新することにより、該複数枚を一定にすることを特徴とする請求項 22 乃至 25 のいずれか 1 つに記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項 27】 時刻 t_1 と時刻 t_2 のオブジェクトマップ上の互いに対応する着目領域に基づいて、該時刻 t_1 から該時刻 t_2 への動きベクトルを早送り動きベクトルとして求め、

該時刻 t_2 のオブジェクトマップ上の隣り合う着目領域の早送り動きベクトルの絶対値の差が所定値より大きい場合、該隣り合う着目領域は互いに異なる移動物体であると認識する、

ことを特徴とする請求項 22 乃至 26 のいずれか 1 つに記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項 28】 動きベクトルを有する隣り合うブロックの集合体である 1 つのクラスタについて、動きベクトルの絶対値のヒストグラムのピークが複数存在する場合、ピーク間の速度差に基づいて、該時刻 t_1 と該時刻 t_2 の間隔を決定することを特徴とする請求項 27 記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項 29】 該時刻 t_1 から該時刻 t_2 までの間隔を広げる毎に、該時刻 t_2 のオブジェクトマップ上の隣り合う着目領域の早送り動きベクトルの絶対値の差が所定値より大きいかどうかを判定し、

該間隔が、予め定めた最大値以下であり、かつ、該差が所定値より大きければ、該隣り合う着目領域は互いに異なる移動物体であると認識する、

ことを特徴とする請求項 27 記載の画像上移動物体追跡方法。

【請求項 30】 時系列画像及びプログラムが格納される記憶装置と、該記憶装置に結合されたプロセッサと、
を有する画像上移動物体追跡装置において、該プログラムは該プロセッサに対し該時系列画像を読み出して処理することにより画像中の移動物体を追跡し、該

処理により、各画像が、複数画素からなるブロックに分割され、ある時刻での移動物体の動きベクトルをブロック単位で求めたオブジェクトマップが、互いに異なる時刻について複数枚該記憶装置に格納され、該プログラムは、

(a) 該複数枚のオブジェクトマップのうちの1つについて、着目領域の動きベクトルを求める手順と、

(b) 求めた動きベクトルだけ該着目領域を正又は負の方向へ移動させた領域の動きベクトルを、移動後の時刻におけるオブジェクトマップに基づいて求める手順と、

を有し、該移動させた領域を該移動後の時刻におけるオブジェクトマップ上の着目領域として、該手順 (b) を複数回繰り返すことにより、該着目領域を追跡することを特徴とする画像上移動物体追跡装置。

【請求項 3 1】 該手順 (a) 又は (b) において、該着目領域と重なった各ブロックの重なり部分の画素数を重みとし該着目領域と重なった各ブロックの動きベクトルの重み付き平均ベクトルを求め、該重み付き平均ベクトルを該着目領域の動きベクトルとすることを特徴とする請求項 3 0 記載の画像上移動物体追跡装置。

【請求項 3 2】 該手順 (a) の着目領域は、1つのブロックであることを特徴とする請求項 3 0 又は 3 1 記載の画像上移動物体追跡装置。

【請求項 3 3】 該手順 (a) のオブジェクトマップは最新のものであり、該手順 (b) では該着目領域を負の方向へ移動させることを特徴とする請求項 3 0 乃至 3 2 のいずれか 1 つに記載の画像上移動物体追跡装置。

【請求項 3 4】 該プログラムはさらに、最も古いオブジェクトマップを、最も新しいオブジェクトマップで更新することにより、該複数枚を一定にする手順を有することを特徴とする請求項 3 0 乃至 3 3 のいずれか 1 つに記載の画像上移動物体追跡装置。

【請求項 3 5】 該プログラムはさらに、時刻 t_1 と時刻 t_2 のオブジェクトマップ上の互いに対応する着目領域に基づいて、該時刻 t_1 から該時刻 t_2 への動きベクトルを早送り動きベクトルとして求める手順と、

該時刻 t_2 のオブジェクトマップ上の隣り合う着目領域の早送り動きベクトルの絶対値の差が所定値より大きい場合、該隣り合う着目領域は互いに異なる移動物体であると認識する手順と、

を有することを特徴とする請求項 30 乃至 34 のいずれか 1 つに記載の画像上移動物体追跡装置。

【請求項 36】 該プログラムはさらに、

動きベクトルを有する隣り合うブロックの集合体である 1 つのクラスタについて、動きベクトルの絶対値のヒストグラムのピークが複数存在する場合、ピーク間の速度差に基づいて、該時刻 t_1 と該時刻 t_2 の間隔を決定する手順を有することを特徴とする請求項 35 記載の画像上移動物体追跡装置。

【請求項 37】 該プログラムはさらに、

該時刻 t_1 から該時刻 t_2 までの間隔を広げる毎に、該時刻 t_2 のオブジェクトマップ上の隣り合う着目領域の早送り動きベクトルの絶対値の差が所定値より大きいかどうかを判定する手順と、

該間隔が、予め定めた最大値以下であり、かつ、該差が所定値より大きければ、該隣り合う着目領域は互いに異なる移動物体であると認識する手順と、

を有することを特徴とする請求項 35 記載の画像上移動物体追跡装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、時系列画像を処理して画像中の移動物体（車、自転車、動物等の移動可能なもの）を追跡する移動物体追跡方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

交通事故の早期発見は、迅速な救助活動により人命救助の成功率を高めるだけでなく、警察の実地検分などを迅速にすることにより事故渋滞を緩和することもあるので、様々な交通事故の認識自動化が期待されている。交通事故の認識率を高めるためには、カメラで撮像された画像を処理して移動物体を正確に追跡する必要がある。

【0003】

図28は、高速道路の中央線上方に設置されたカメラで撮像された時刻 $t = 1 \sim 4$ の画像を模式的に示す。

【0004】

画像上で車両同士が頻繁に重なるので、画像処理により各車両を追跡するのが困難になる。この問題を解決するには、道路に沿って複数台のカメラを設置し、それらの画像を総合的に処理する必要がある。

【0005】

しかし、カメラ及び画像処理装置を複数台備える必要があるので、コスト高になる。また、各カメラの撮影画像を関係付けて総合的に処理しなければならないので、処理が複雑になる。

【0006】

そこで、本願発明者らは、次のように時間を遡って移動物体を追跡する方法でこの問題を解決した（特許文献1参照。）。

【0007】

時刻 $t = 1 \sim 4$ の時系列画像を一時記憶しておき、 $t = 4$ から出発して車両M1とM2を識別し、車両M1とM2の動きベクトルを求め、この動きベクトルで $t = 4$ の画像中の車両M1とM2を移動させて、車両M1とM2が識別されている $t = 3$ の画像を想定し、これと $t = 3$ の実際の画像との相関関係から、 $t = 3$ の画像中の車両M1とM2を識別する。

【0008】

次に、 $t = 3$ と $t = 2$ の画像について同様の処理により、 $t = 2$ の画像中の車両M1とM2を識別する。次に、 $t = 2$ と $t = 1$ の画像について同様の処理により、 $t = 1$ の画像中の車両M1とM2を識別する。

【0009】

このような処理により、1台のカメラで車両M1とM2とを追跡することが可能となる。

【0010】

【特許文献1】

特開 2 0 0 2 - 1 3 3 4 2 1

【0 0 1 1】

【非特許文献 1】

S.Kamijo, M.Sakauchi, "Illumination Invariant and Occlusion Robust Vehicle Tracking by Spatio-Temporal MRF Model", 9th World Congress on ITS, Chicago, Oct. 2002.

【0 0 1 2】

【非特許文献 2】

S.Kamijo, K.Ikeuchi, M.Sakauchi, "Vehicle Tracking in Low-angle and Front-View Images based on Spatio-Temporal Markov Random Field Model", 8th World Congress on ITS, Sydney, Oct. 2001, CD-ROM.

【0 0 1 3】

【非特許文献 3】

S.Kamijo, "Traffic Image Analysis based on Spatio-Temporal Markov Random Field Model", Ph.D. Thesis, 2001

【0 0 1 4】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、実際には例えば、12 フレーム/秒の画像を処理するので、時系列画像の記憶容量が大きくなるとともに、処理時間が長くなるという問題点がある。

【0 0 1 5】

また、移動物体の境界認識精度を向上させるためにブロックサイズを小さくすると、ブロックマッチングにより動きベクトルを決定することが困難になるという問題点がある。

【0 0 1 6】

さらに、上記特許文献 1 では、各画像が、例えば 8 × 8 画素からなるブロックに分割され、各ブロックについて、背景画像の対応するブロックと画像比較することにより、移動物体の存否を判断している。

【0 0 1 7】

この背景画像は、常に一定ではないので更新しなければならない。例えば過去10分間の全画像について、対応する画素の画素値のヒストグラムを作成し、その最頻値（モード）をその画素の画素値とする画像を背景画像とする。

【0018】

本発明の目的は、このような問題点に鑑み、より少ない数の、一時記憶される時系列画像で、移動物体を追跡することが可能な、画像における移動物体の追跡方法及び装置を提供することにある。

【0019】

本発明の他の目的は、動きベクトルの決定を困難にすることなく移動物体の境界認識精度を向上させることが可能な、画像における移動物体の追跡方法及び装置を提供することにある。

【0020】

本発明のさらに他の目的は、特別な背景画像を用いる必要がない、画像における移動物体の追跡方法及び装置を提供することにある。

【0021】**【課題を解決するための手段及びその作用効果】**

本発明の一態様では、時系列画像を処理して画像中の移動物体を追跡する画像上移動物体追跡方法において、各画像が、複数画素からなるブロックに分割され、移動物体の識別符号がブロック単位で付与されているとともに該移動物体の動きベクトルがブロック単位で求められている場合に、

(a) 隣り合うブロックの動きベクトルの差の絶対値が所定値以内のブロックに同一の識別符号を付与することにより、画像上で互いに重なった移動物体に互いに異なる識別符号を付与する。

【0022】

この構成によれば、1つのクラスタが複数のオブジェクトに分離する前に、時間を遡って個々のオブジェクトを追跡することができるので、時間を遡って各移動物体を追跡する場合に、画像メモリの記憶容量を低減でき、また、画像処理量を低減してCPUの負担を軽くすることができる。

【0023】

本発明の他の態様では、時系列画像を処理して画像中の移動物体を追跡する画像上移動物体追跡方法において、各画像が、複数画素からなるブロックに分割され、移動物体の動きベクトルがブロック単位で求められ、動きベクトルが未定の第1ブロックが存在する場合、

- (a) 該第1ブロックの回りの決定済動きベクトルを抽出し、
- (b) 該抽出された動きベクトルを、相互のベクトルの差の絶対値が所定値以下になるようにグループに分け、
- (c) ベクトル数が最大のグループに含まれる動きベクトルの略平均ベクトルを、該第1ブロックの動きベクトルと推定する。

【0024】

このアルゴリズムによれば、未定の動きベクトル多く存在していても、該未定動きベクトルが合理的に推定される。これにより、複数のオブジェクトを含む1つのクラスタを動きベクトルに基づいて分割することが可能となる。

【0025】

本発明の他の態様では、時系列画像を処理して画像中の移動物体を追跡する画像上移動物体追跡方法において、各画像は、複数画素からなるブロックに分割されており、移動物体の識別符号をブロック単位で付与するとともに該移動物体の動きベクトルをブロック単位で求める場合に、

- (a) 時刻 t_1 の画像のブロックサイズの領域から時刻 t_2 の画像の着目ブロックへの動きベクトルを MV と推定し、該着目ブロックの識別符号を ID と推定し、
- (b) 該時刻 t_2 の画像の該着目ブロックの回りのブロックのうち識別符号が ID である少なくとも1つのブロックの動きベクトルと該着目ブロックの動きベクトル MV との差の絶対値を含む、相関度に関する量を求め、
- (c) 該相関度に関する量を含む評価関数の値を、所定範囲内で該第1領域を移動させ各領域について求め、該値の略最適値に基づいて該動きベクトル MV 及び該識別符号 ID を決定する。

【0026】

この方法によれば、着目ブロックのテクスチャ情報量が少ないために単純プロ

ックマッチングで動きベクトルを求めることができなくても、動きベクトルと識別符号 ID とを合理的に同時に決定することができる。

【0027】

なお、ステップ (b) の替わりに、

(b') 該着目ブロックを -MV 移動させた領域の中心が属する、時刻 t 1 の画像のブロック BLK の回りのブロックのうち識別符号が ID である少なくとも 1 つのブロックの動きベクトルと該着目ブロックの動きベクトル MV との差の絶対値を含む、相関度に関する量を求める、
ステップであってもよい。この場合、該ステップ (c) の相関度に関する量は例えば、

$\Sigma |MV - MV_{neighbor}| / L$ であり、

ここに、 $MV_{neighbor}$ は、該ブロック BLK の回りのブロックのうち、該ブロック BLK の識別符号 ID と同一 ID を有するブロックの動きベクトルであり、 Σ は該同一 ID を有するブロックについての総和を意味し、L は該同一 ID を有するブロックの数である、

本発明の他の態様では、時系列画像を処理して画像中の移動物体を追跡する画像上移動物体追跡方法において、各画像は、複数画素からなるブロックに分割されており、移動物体の識別符号をブロック単位で付与するとともに該移動物体の動きベクトルをブロック単位で求める場合に、

時刻 t 1 の画像のブロックサイズの領域から時刻 t 2 の画像の着目ブロックへの動きベクトルを MV と推定して、該ブロックサイズの領域より大きく該ブロックサイズの領域と同心の第 1 領域の画像と該第 1 領域と同一形状で該着目ブロックと同心である第 2 領域の画像との類似度に関する量を求め、

該類似度に関する量を含む評価関数の値を、所定範囲内で該第 1 領域を移動させ各領域について求め、該値の略最適値に基づいて該動きベクトル MV を決定する。

【0028】

この構成によれば、ブロックサイズを小さくすることにより、動きベクトルの決定を困難にすることなく移動物体の境界認識精度を向上させることが可能とな

る。

【0029】

本発明のさらに他の態様では、時系列画像を処理して画像中の移動物体を追跡する画像上移動物体追跡方法において、

- (a) 各画像を、複数画素からなるブロックに分割し、
- (b) 背景画像も移動物体の1つとみなして、ブロック単位で移動物体の識別符号を付与するとともにブロック単位で該移動物体の動きベクトルを求める。

【0030】

この構成によれば、特別な背景画像を用いる必要がなく、また、カメラが揺れても、背景画像を識別することが可能となる。

【0031】

本発明のさらに他の態様では、時系列画像を処理して画像中の移動物体を追跡する画像上移動物体追跡方法において、各画像が、複数画素からなるブロックに分割され、

ある時刻での移動物体の動きベクトルをブロック単位で求めたオブジェクトマップを、互いに異なる時刻について複数枚記憶しておき、

(a) 該複数枚のオブジェクトマップのうちの1つについて、着目領域の動きベクトルを求め、

(b) 求めた動きベクトルだけ該着目領域を正又は負の方向へ移動させた領域の動きベクトルを、移動後の時刻におけるオブジェクトマップに基づいて求め、

該移動させた領域を該移動後の時刻におけるオブジェクトマップ上の着目領域として、該ステップ(b)を複数回繰り返すことにより、該着目領域を追跡する。

【0032】

この構成によれば、画像をブロックに分割し、ブロック単位でオブジェクトの動きベクトルを求めても、ブロックの境界と無関係な移動物体の一部(着目領域)を追跡することができる。これにより、例えば着目領域の行動パターンを解析したり、分類したり、特定の行動パターンであると判定したりすることが可能となる。また、複数の着目領域間の相対位置の行動パターンを解析したり、分類し

たり、特定の行動パターンであると判定したりすることが可能となる。

【0033】

本発明の他の目的、構成及び効果は以下の説明から明らかになる。

【0034】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。複数の図中の対応する同一又は類似の構成要素には、同一又は類似の符号を付している。

【0035】

〔第1実施形態〕

図1は、交差点及びこれに配置された本発明の第1実施形態の移動物体追跡装置の概略を示す。

【0036】

この装置は、交差点を撮像して画像信号を出力する電子カメラ10と、その画像を処理して移動物体を追跡する移動物体追跡装置20とを備えている。

【0037】

図2は、この移動物体追跡装置20の機能ブロック図である。移動物体追跡装置20の構成要素のうち、記憶部以外はコンピュータソフトウェア、専用のハードウェア又はコンピュータソフトウェアと専用のハードウェアの組み合わせで構成することができる。

【0038】

電子カメラ10で撮影された時系列画像は、例えば12フレーム/秒のレートで、画像メモリ21に格納され、最も古いフレームが新しいフレーム画像で書き換えられる。

【0039】

画像変換部22は、画像メモリ21内の各フレーム画像について、これをフレームバッファメモリ23にコピーし、コピーされた画像のデータを用いて画像メモリ21内の対応するフレーム画像を空間的差分フレーム画像に変換する。この変換は2段階で行われる。

【0040】

元のフレーム画像の第 i 行第 j 列の画素値（輝度値）を $G(i, j)$ とすると、第 1 段階における変換後の第 i 行第 j 列の画素値 $H(i, j)$ は、次式で表される。

【0041】

$$H(i, j) = \sum_{\text{neighborpixels}} |G(i + d_i, j + d_j) - G(i, j)| \quad (1)$$

ここに $\sum_{\text{neighborpixels}}$ は、 c を自然数とすると、 $d_i = -c \sim c$ 及び $d_j = -c \sim c$ にわたっての総和を意味し、例えば $c = 1$ のとき、第 i 行第 j 列の画素と隣り合う 8 画素にわたる総和である。照度が増加すると、画素値 $G(i, j)$ とその付近の画素値 $G(i + d_i, j + d_j)$ が同様に増加するので、 $H(i, j)$ の画像は、照度の変化に対し不変である。

【0042】

ここで、隣り合う画素の差分の絶対値は、一般に画素値が大きいほど大きい。移動物体追跡の成功率を高めるには、画素値が小さくて差分が小さい場合も、画素値及び差分が大きい場合とほぼ等価にエッジ情報を取得した方が好ましい。そこで、 $H(i, j)$ を次のように規格化する。

【0043】

$$H(i, j) = \sum_{\text{neighborpixels}} |G(i + d_i, j + d_j) - G(i, j)| / (G_{i, j, \max} / G_{\max}) \quad (2)$$

ここに、 $G_{i, j, \max}$ は、 $H(i, j)$ の計算に用いた元の画素の値の最大値であり、例えば $c = 1$ の場合、第 i 行第 j 列の画素を中心とする 3×3 画素の値の最大値であり、 G_{\max} は画素値 $G(i, j)$ の取りうる最大値、例えば画素値が 8 ビットで表される場合、255 である。以下、 $c = 1$ 、 $G_{\max} = 255$ である場合について説明する。

【0044】

$H(i, j)$ の取りうる最大値は、移動物体毎に異なる。例えば $G(i, j) = G_{\max}$ で第 i 行第 j 列の画素に隣り合う 8 画素の値がいずれも 0 で有る場合、 $H(i, j) = 8 G_{\max}$ となって、 $H(i, j)$ を 8 ビットで表すことができない。

【0045】

一方、移動物体のエッジ部の $H(i, j)$ の値のヒストグラムを作成してみると、頻度の大部分が $H=50 \sim 110$ の範囲に含まれることがわかった。すなわち、 H の値が約 110 より大きくなるほど移動物体追跡のためのエッジ情報の数が少ないので、重要度が低い。

【0046】

したがって、 H の値の大きい部分を抑圧して変換画素のビット長を短くすることにより、画像処理を高速に行なったほうが好ましい。そこで、第2段階として、この $H(i, j)$ を、シグモイド関数を用いた次式により、 $I(i, j)$ に変換する。

【0047】

$$I = G_{\max} / \{1 + \exp[-\beta(H - \alpha)]\} \quad (3)$$

シグモイド関数は $H = \alpha$ の付近で線形性が良い。そこで、閾値 α の値を、エッジ情報を持つ H の度数分布の最頻値、例えば 80 にする。

【0048】

画像変換部 22 は、上式 (2) 及び (3) に基づいて、画素値 $G(i, j)$ の画像を画素値 $I(i, j)$ の空間的差分フレーム画像に変換し、これを画像メモリ 21 に格納する。

【0049】

背景画像生成部 24、ID 生成／消滅部 25 及び移動物体追跡部 27 は、画像メモリ 21 中の空間的差分フレーム画像に基づいて処理を行う。以下においては、空間的差分フレーム画像を単にフレーム画像と称す。

【0050】

背景画像生成部 24 は、記憶部と処理部とを備え、処理部は、画像メモリ 21 をアクセスし、例えば過去 10 分間の全てのフレーム画像の対応する画素について画素値のヒストグラムを作成し、その最頻値（モード）をその画素の画素値とする画像を、移動物体が存在しない背景画像として生成し、これを該記憶部に格納する。背景画像は、この処理が定期的に行われて更新される。

【0051】

ID生成/消滅部25には、図3に示す如くフレーム画像内の、交差点への4つの入口及び交差点からの4つの出口にそれぞれ配置されるスリットEN1~EN4及びEX1~EX4の位置及びサイズのデータが予め設定されている。ID生成/消滅部25は、画像メモリ21から入口スリットEN1~EN4内の画像データを読み込み、これら入口スリット内に移動物体が存在するかどうかをブロック単位で判定する。図3中のメッシュの升目はブロックであり、1ブロックは例えば8×8画素であり、1フレームが480×640画素の場合、1フレームは60×80ブロックに分割される。あるブロックに移動物体が存在するかどうかは、このブロック内の各画素と背景画像の対応する画素との差の絶対値の総和が所定値以上であるかどうかにより判定する。この判定は、移動物体追跡部27においても行われる。

【0052】

ID生成/消滅部25は、ブロック内に移動物体が存在すると判定すると、このブロックに新たなオブジェクト識別符号(ID)を付与する。ID生成/消滅部25は、ID付与済ブロックと隣接しているブロックに移動物体が存在すると判定すると、この隣接ブロックに付与済ブロックと同一のIDを付与する。このID付与済ブロックは入口スリットに隣接しているブロックも含まれる。例えば図3中の入口スリットEN1内のブロックにはID=1が付与される。

【0053】

IDの付与は、オブジェクトマップ記憶部26内の対応するブロックに対して行われる。オブジェクトマップ記憶部26は、上述の場合60×80ブロックのオブジェクトマップを記憶するためのものであり、各ブロックには、IDが付与されているかどうかのフラグ、IDが付与されている場合にはその番号と後述のブロック動きベクトルとがブロック情報として付与される。なお、該フラグを用いずに、ID=0のときIDが付与されていないと判定してもよい。また、IDの最上位ビットをフラグとしてもよい。

【0054】

入口スリットを通過したクラスタに対しては、移動物体追跡部27により、移動方向のブロックに対するIDの付与及び移動と反対方向のブロックに対するI

Dの消滅、すなわちクラスタの追跡処理が行われる。移動物体追跡部27による追跡処理は、各クラスタについて出口スリット内まで行われる。

【0055】

ID生成/消滅部25はさらに、オブジェクトマップ記憶部26の内容に基づき出口スリットEX1~EX4内のブロックにIDが付与されているかどうかを調べ、付与されていれば、出口スリットをクラスタが通過したときにそのIDを消滅させる。例えば図3中の出口スリットEX1内のブロックにID=3が付与されている状態から、IDが付されない状態に変化したときに、ID=3を消滅させる。消滅IDは、次の生成IDとして用いることができる。

【0056】

移動物体追跡部27は、オブジェクトマップ記憶部26に格納されている時刻($t-1$)のオブジェクトマップと、画像メモリ21に格納されている時刻($t-1$)及び t のフレーム画像とに基づいて、時刻 t のオブジェクトマップを記憶部26内に作成する。以下、これを説明する。

【0057】

図4~図7はいずれも、時刻 $t-1$ と t の画像を模式的に示す。図4、図6及び図7中の点線はブロックの境界線であり、図5中の点線は画素の境界線である。

【0058】

第 i 行第 j 列のブロックを $B(i, j)$ 、時刻 t での第 i 行第 j 列のブロックを $B(t: i, j)$ と表記する。ブロック $B(t-1: 1, 4)$ の動きベクトルがMVであるとする。ブロック $B(t-1: 1, 4)$ をMV移動させた領域に最も対応する、時刻 t のブロックを見つける。図4(B)の場合、このブロックは $B(t: 1, 5)$ である。図5に示すように、ブロック $B(t: 1, 5)$ の画像と、時刻 $t-1$ のブロックサイズの領域AXの画像との相関度を、所定範囲AM内で領域AXを1画素移動させる毎に求める(ブロックマッチング)。

【0059】

範囲AMはブロックよりも大きく、その一辺は例えばブロックの一辺の画素数の1.5倍である。範囲AMの中心は、ブロック $B(t: 1, 5)$ の中心を略一

MV移動させた位置にある画素である。

【0060】

相関度は、例えば時空的テクスチャ相関度であり、ブロック B ($t: 1, 5$) と領域 A X の対応する画素値の差の絶対値の総和である評価値 UD が小さいほど、大きいとする。

【0061】

範囲 AM 内で相関度が最大になる領域 A X を求め、この領域の中心を始点としブロック B ($1, 5$) の中心を終点とするベクトルを、ブロック B ($t: 1, 5$) の動きベクトルと決定する。また、相関度が最大になる領域 A X に最も近い、時刻 $t-1$ のブロックの ID を、ブロック B ($t: 1, 5$) の ID と決定する。

【0062】

移動物体追跡部 27 は、隣り合うブロックの動きベクトルの差の絶対値が所定値以下のブロックに同一の ID を付与する。これにより、1つのクラスタであっても、互いに異なる ID をもつ複数のオブジェクト（移動物体）に分割される。図 6 では、オブジェクト間の境界を太線で示している。

【0063】

オブジェクトマップ上には移動物体の画像が存在しないが、図 6 では理解を容易にするためにオブジェクトマップ上に移動物体が模式的に描かれている。図 7 は、オブジェクトマップにオブジェクトの境界を太線で示したものであり、図 6 に対応している。

【0064】

例えば図 3 の入口スリット EN1 で 1つのクラスタが検出され、複数のオブジェクトに分割されず、その後、時刻 $t1$ に上記のようにして複数のオブジェクトに分割された場合、時刻 $t1$ から時間を遡って、時間が正方向の場合と同様にオブジェクトマップを求めることにより、時刻 $t1$ よりも前のオブジェクトマップに対し、複数のオブジェクトに分割する。これにより、分割できなかったオブジェクトを分割して認識することができ、個々のオブジェクトを追跡することができる。

【0065】

特許文献1では、1つのクラスタが複数のクラスタに分離してから時間を遡って個々のオブジェクトを追跡していたが、本実施形態によれば、複数のクラスタに分離する前に、例えば図28の $t=4$ より前の $t=2$ から、時間を遡って個々のオブジェクトを追跡することができるので、画像メモリ21の記憶容量を低減でき、また、画像処理量を低減してCPUの負担を軽くすることができる。

【0066】

上記説明では、クラスタ内のブロックの動きベクトルが求まる場合について説明したが、図9(A)に示すように、動きベクトルが求まらないブロックが存在する場合、その位置によっては該ブロックがどちらのオブジェクトに属するのかわからない。ある移動物体に属するブロック内の各画素の色がほぼ同一であった場合、上述のブロックマッチングにより動きベクトルを決定することができない。例えば、画像（空間的差分フレーム画像）を2値画像に変換し、ブロック内に‘1’の画素の数が所定値以下であれば、上記方法により動きベクトルを求めるのに適しないブロックと判定する。

【0067】

このようなブロックの動きベクトルを、図8に示す方法で推定する。

【0068】

(S1) 未定の動きベクトルが存在すればステップS2へ進み、そうでなければ未定動きベクトル推定処理を終了する。

【0069】

(S2) 動きベクトルが未定のブロックB(i, j)の周りの8個のブロックのうち、決定されている動きベクトルMV1~MVnを取り出す。

【0070】

(S3) ステップS2で決定済動きベクトルが存在すればステップS4へ進み、そうでなければステップS6へ進む。

【0071】

(S4) 動きベクトルMV1~MVnを、ベクトル間の差の絶対値が所定値以内のグループに分ける。

【0072】

(S5) 動きベクトル数が最大のグループの動きベクトルの平均値を、ブロック B (i, j) の動きベクトルと推定する。動きベクトル数が最大のグループが複数存在する場合、任意の 1 つのグループの動きベクトルの平均値を、ブロック B (i, j) の動きベクトルと推定する。次にステップ S1 へ戻る。

【0073】

なお、同一グループの動きベクトルは互いに略等しいので、該同一グループの動きベクトルの任意の 1 つをブロック B (i, j) の動きベクトルと推定してもよい。

【0074】

(S6) ステップ S5 で推定された動きベクトルを、決定された動きベクトルとみなし、ステップ S1 へ戻る。

【0075】

このような処理により、未定動きベクトルを一意的に推定することができる。

【0076】

次に具体例を説明する。図 9 (A) において、第 i 行第 j 列のブロック B (i, j) の動きベクトルを MV (i, j) と表記する。図 9 (A) では、ブロック B (2, 2)、B (2, 4) 及び B (3, 3) の動きベクトルが未定である。

【0077】

ブロック B (2, 2) の回りのブロックの動きベクトルは、MV (2, 1)、MV (3, 1)、MV (3, 2) 及び MV (2, 3) のグループと、MV (1, 2) 及び MV (1, 3) のグループに分けられるので、前者のグループを選択し、

$$MV(2, 2) = (MV(2, 1) + MV(3, 1) + MV(3, 2) + MV(2, 3)) / 4$$

と推定する。

【0078】

ブロック B (2, 4) の回りのブロックの動きベクトルは、MV (2, 3)、MV (3, 4) 及び MV (3, 5) のグループと、MV (1, 3)、MV (1, 4)、MV (1, 5) 及び MV (2, 5) のグループに分けられるので、後者の

グループを選択し、

$$MV(2, 4) = (MV(1, 3) + MV(1, 4) + MV(1, 5) + MV(2, 5)) / 4$$

と推定する。

【0079】

ブロック B (3, 3) の回りのブロックの動きベクトルは、MV (2, 3)、MV (3, 2)、MV (4, 2)、MV (4, 4) 及び MV (3, 4) の 1 グループであるので、

$$MV(3, 3) = (MV(2, 3) + MV(3, 2) + MV(4, 2) + MV(4, 4) + MV(3, 4)) / 5$$

と推定する。

【0080】

このようにして、図 9 (B) に示すようなオブジェクトマップが生成される。図 9 (B) では、オブジェクトの境界を太線で示している。

【0081】

図 10 (A) のように未定動きベクトルの数が多い場合であっても、ステップ S 3 で否定判定されるまで、ステップ S 1 ~ S 5 を繰り返すと、一意的に動きベクトルが推定されて図 10 (B) のようになる。次に、ステップ S 6 で推定動きベクトルを、決定された動きベクトルとみなして、再度ステップ S 1 ~ S 5 を実行することにより、ブロック B (3, 4) の動きベクトルが一意的に推定されて、図 10 (C) のようになる。次に、隣り合うブロックの動きベクトルの差の絶対値が所定値以下のブロックに同一の ID を付与することにより、1 つのクラスターが、互いに異なる ID をもつ複数のオブジェクトに分割される。

【0082】

なお、移動物体追跡部 27 は、オブジェクトマップ 26 に格納されているオブジェクトマップの時系列を、追跡結果として不図示のハードディスクに格納する。

【0083】

[第 2 実施形態]

上記第1実施形態では、未定動きベクトルをその周囲のブロックの動きベクトルのみに基づいて決定しているため、未定動きベクトルが多く存在する場合、それらのブロックのID及び動きベクトルの決定精度が低くなる。

【0084】

この精度を向上させるために、本発明の第2実施形態では、後述する評価関数の値に基づいて、全ブロックのID及び動きベクトルを同時に決定する。この第2実施形態においても上記第1実施形態と同様に、図2の移動物体追跡部27は、オブジェクトマップ記憶部26に格納されている時刻($t-1$)のオブジェクトマップと、画像メモリ21に格納されている時刻($t-1$)及び t のフレーム画像とに基づいて、時刻 t のオブジェクトマップを記憶部26内に作成する。

【0085】

まず、移動物体の一部を含む任意のブロック $B(t:i, j)$ の評価関数 $U(i, j)$ について説明する。評価関数 $U(i, j)$ は、次式のように4つのサブ評価関数の一次結合で表される。

【0086】

$$U(i, j) = aUD + bUM + cUN + fUV \quad (1)$$

ここに $a \sim c$ 及び f は、定数であり、試行錯誤により定められる。

【0087】

以下において、1ブロックを $m \times m$ 画素とし、時刻 t の画像の第 g 行第 h 列の画素の値を $G(t:g, h)$ で表し、ブロック $B(t:i, j)$ の推定動きベクトル MV を (MVX, MVY) で表す。 $i \geq 0, j \geq 0$ とする。

【0088】

(1) 時空的テクスチャ相関度を示すサブ評価関数 UD

サブ評価関数 UD は、時空的テクスチャ相関度を示し、上記第1実施形態で説明したものと同一であって、次式で表される。

【0089】

$$UD(i, j, MV) = \sum |G(t:mi+x, mj+y) - G(t-1:mi+x-MVX, mj+y-MVY)| \quad (2)$$

ここに \sum は、 $x=0 \sim m-1$ 及び $y=0 \sim m-1$ についての総和を意味してい

る。

【0090】

図12において、点線はブロック境界線であり、ハッチングを施した部分は移動物体を示している。図12(B)は、着目ブロックB($t:1, 2$)の推定動きベクトルがMVである場合を示し、図12(A)は、ブロックB($t-1:1, 2$)を $-MV$ 移動させた領域AXを示す。この場合、ブロックB($t:1, 2$)の画像と領域AXの画像との評価関数 $UD(1, 2, MV)$ が算出される。MVを変化させるとUDの値が変化し、UDの値が小さいほどブロックB($t:1, 2$)の画像と領域AXの画像との間のテクスチャ相関度が大きい。UDが最小値のときのMVが最も確からしい動きベクトルである。移動物体の速度には限度があるので、着目ブロックB($t:1, 2$)の中心から、所定範囲内、例えば上下 ± 25 画素、左右 ± 25 画素の範囲内で、領域AXを移動させてUDの最小値を求める。この所定範囲は、第1実施形態で述べたように、時刻 $t-1$ の動きベクトルを用いて予測した範囲AMであってもよい。

【0091】

(2) 時空的ID相関度を示すサブ評価関数UM

図13(A)及び(B)はそれぞれ図12(A)及び(B)に対応しており、ハッチングを施した部分は移動物体が存在すると判定されたブロックを示している。

【0092】

着目ブロックB($t:1, 2$)のIDがID1であると推定したとき、上記領域AX内に含まれる $ID = ID1$ の画素数をMとする。図13(A)の場合、領域AX内のハッチングが施された部分の画素数がMである。但し、着目ブロックB($t:1, 2$)の推定IDが領域AX内のIDと全く異なる場合、 $M=0$ となる。Mの最大値は m^2 である。

【0093】

サブ評価関数UMは、時空的ID相関度を示し、次式で表される。

【0094】

$$UM(i, j, MV) = (M - m^2)^2 \quad (3)$$

UMの値が小さいほど、時間的ID相関度が高い。

【0095】

着目ブロックB (t : i, j) の中心から、上記所定範囲内で領域AXを移動させて $aUD + bUM$ の最小値を求めることにより、着目ブロックのIDとMVを同時に決定することが可能である。

【0096】

(3) 空間的ID相関度を示すサブ評価関数UN

図13 (B) において、着目ブロックB (t : 1, 2) のIDがID1であると推定したとき、着目ブロックの周りの8個のブロックB (t : 0, 1)、B (t : 0, 2)、B (t : 0, 3)、B (t : 1, 3)、B (t : 2, 3)、B (t : 2, 2)、B (t : 2, 1) 及びB (t : 1, 1) のうち、IDがID1であるブロックの数をNとする。図13 (B) のハッチングが施された部分のIDが全て同一である場合、着目ブロックB (t : 1, 2) のNの値は5である。

【0097】

サブ評価関数UNは、空間的ID相関度を示し、次式で表される。

【0098】

$$UN(i, j) = (N - 8) \cdot 2 \quad (4)$$

UNの値が小さいほど、空間的ID相関度が高い。

【0099】

(4) 空間的MV相関度を示すサブ評価関数UV

着目ブロックB (t : i, j) の中心から、上記所定範囲内で領域AXを移動させて $aUD + bUM + cUN$ の最小値を求めることにより、着目ブロックのIDとMVを同時に決定することが可能である。

【0100】

しかしながら、領域AXを移動させたとき、着目ブロックと同一テクスチャの領域が複数存在する場合、動きベクトルMVが定まらない。この動きベクトルMVは、着目ブロックの近くかつ同一IDのブロックの動きベクトルMVとほぼ同じと推定できる。そこで、空間的MV相関度を示す次のようなサブ評価関数UVを定義する。

【0101】

$$UV(i, j) = \Sigma |MV - MV_{neighbor}| / L \quad (5)$$

ここに、MVは上記(1)で述べた着目ブロックB(t:i, j)の推定動きベクトルであり、MV_{neighbor}は、着目ブロックB(t:i, j)の回りの8個のブロックのうち、着目ブロックB(t:i, j)の推定IDと同一IDを有するブロックの動きベクトルであり、Σは該同一IDを有するブロックについての総和を意味し、Lは該同一IDを有するブロックの数である。

【0102】

図14(A)の場合、ハッチングを施したブロックが同一IDであるとする

$$UV(1, 2) = (|MV - MV_1| + |MV - MV_2| + |MV - MV_3| + |MV - MV_4| + |MV - MV_5|) / 5$$

である。

【0103】

時刻t-1での上記領域AXが図14(B)の場合、UV(1, 2)の値が大きくなり、推定動きベクトルMVの確からしさが小さい。UVの値が小さいほど、空間的MV相関度が高い。

【0104】

着目ブロックB(t:i, j)の中心から、上記所定範囲内で領域AXを移動させて、すなわちMVを変化させて、上式(1)の評価関数Uが最小値になるように、着目ブロックのIDとMVを同時に決定することが可能である。

【0105】

なお、MV_{neighbor}は、着目ブロックB(t:i, j)の回りのブロックのものであればよく、例えば、上下左右4個のブロック、着目ブロックB(t:i, j)の回り(1回り)の8個のブロックのうち任意の1個のブロック又は着目ブロックB(t:i, j)の回り(2回り)の24個のブロックのうち、着目ブロックB(t:i, j)の推定IDと同一IDを有するブロックの動きベクトルであってもよい。また、MV_{neighbor}は、時刻t-1の対応する動きベクトルで近似してもよい。すなわち、着目ブロックB(t:i, j)を-MV移動させた領

域の中心が属するブロックを $B(t-1, p, q)$ とすると、ブロック $B(t-1, p, q)$ の近くのブロックのうち、着目ブロック $B(t: i, j)$ の推定 ID と同一 ID を有するブロックの動きベクトルであってもよい。

【0106】

サブ評価関数 UN 及び UV はいずれも時刻 t での空間的相関度に関するもので、理想的には、全てのブロックについての評価関数 U の総和の最小値を求めることにより、時刻 t の全てのブロックの ID と MV を同時に決定する。実際には、処理時間を短くしてリアルタイム処理を可能にするために、図 11 に示すような近似法により ID と MV を決定する。

【0107】

(S11) 時刻 t で移動物体の一部が含まれる各ブロックについて、上式 (2) の評価関数 UD の値を最小にする動きベクトル MV を求める。但し、上述の動きベクトルを求めるのに適しないブロックについては動きベクトル MV を求めない。次に、動きベクトルを求めるのに適しない各ブロックについて、上式 (5) の評価関数 UV の値を最小にする動きベクトル MV を求める。この場合、図 8 のステップ S1～S3 及び S6 の処理を加えることにより、一意的に動きベクトル MV を決定してもよい。

【0108】

(S12) 動きベクトル MV を有する各ブロックについて、上式 (3) の評価関数 UM が最小になるように ID を決定する。この動きベクトル MV は、ステップ S11 で求められたものであり、固定である。時刻 $t-1$ で ID が付与されていない最初の画像については、隣り合うブロックの動きベクトル MV の差が所定値以内のブロックに同一 ID を付与する。

【0109】

(S13) ID 及び MV が求められた各ブロックの評価関数 U の値の総和 UT を求める。

【0110】

(S14) 総和 UT をより小さくする ID 及び MV の分布を求めるために、該分布を変更する。

【0111】

(S15) ステップS13及びS14を所定回数繰り返したと判定され、又は、総和UTが収束したと判定されれば、処理を終了し、そうでなければステップS15へ戻る。

【0112】

このようにして、総和UTを略最小にするID及びMVの分布をリアルタイムで求めることができる。

【0113】

例えば、ステップS16で、1つのブロックのMVを所定範囲内で1画素ずらし又は1つのブロックのIDを変更し、ステップS15に戻って総和UTが前の値より大きくなれば、ステップS16で、変更したMV又はIDを元に戻し、小さくなれば、次のブロックについて同様の変更を行う。該所定範囲は例えば、上下左右の各々について+4画素である。

【0114】

また、1つのブロックのMV又はIDを変更してもその影響は全てのブロックの評価関数に波及しないので、総和UTを求めずに、全ブロックのうち影響を受けるブロックの評価関数Uの値の総和UTportionを略最小にしてもよい。この場合、各ブロックの評価関数Uの値を一時記憶しておき、その前回値と今回値を比較することにより、影響の有無を判定することができる。

【0115】

さらに、ステップS13～S15の繰り返し処理を行う代わりに、総和UTを小さくする処理を予め推定し、この処理を行って総和UT又はUTportionを計算し、その値が処理前より小さくなっていればそのオブジェクトマップを採用し、そうでなければ処理前のオブジェクトマップを採用するようにしてもよい。この推定処理は例えば、上式(5)に基づく動きベクトルの空間的平均化である。すなわち、式(5)中のMVを、 $MV = \sum MV_{neighbor} / L$ とすることにより式(5)の値を最小にすることができるので、既に求まっているMVneighborを用いて、MVを $MV = \sum MV_{neighbor} / L$ とする。

【0116】

また、ステップ S11 において、動きベクトルを求めるのに適しないブロックの動きベクトルを求めないで、ステップ S13～S15 の処理又はこれに替わる前記処理により、動きベクトルを求めるのに適しないブロックの動きベクトルを決定してもよい。

【0117】

次に、第2実施形態の実験結果を説明する。

【0118】

定数 $a \sim c$ 及び f は試行錯誤により、 $a = 32 / 1000000$ 、 $b = 1 / 256$ 、 $c = 1 / 2$ 、 $f = 1 / 4$ と決定された。また、ステップ S13～S15 の繰り返し処理を行う替わりに、上記動きベクトルの空間的平均化処理を行った。

【0119】

図15 (A) 及び (B) はそれぞれ、交差点での撮影画像及びその ID のオブジェクトマップを示す。図中の太線は、同一 ID が含まれる矩形を示す (以下同様)。

【0120】

図16 (A) 及び (B) はそれぞれ、高速道路での低角度撮影画像及びその ID のオブジェクトマップを示す。

【0121】

図17 (A) 及び (B) はそれぞれ、横断歩道での撮影画像、及び、これと ID のオブジェクトマップの ID 付与部のメッシュとを重ね合わせた画像を示す。

【0122】

図16 (A) 及び図17 (B) 中の矩形に付与された番号は、オブジェクトの ID である。

【0123】

このような混雑し重なった移動物体を追跡することができた。

【0124】

[第3実施形態]

図10 (C) のようにオブジェクト境界の両側に、推定された動きベクトルの数が多く、かつ、境界の両側の動きベクトルの差の絶対値が比較的小さい場合、

オブジェクト境界の精度が悪くなる。このような場合、時間を遡ってオブジェクトを追跡すると、追跡精度も悪くなる。

【0125】

隣り合うブロックの動きベクトルMVの差が所定値以内のブロックに同一IDを付与するという規則における該所定値を大きくすることにより、この問題を解決することもできるが、この場合、時間を遡る追跡処理の開始時点が遅れることになる。

【0126】

そこで、本発明の第3実施形態ではこれらの問題を解決するため、図18に示す方法を行うことにより、時間を遡る追跡処理の開始時点を決定する。この方法では、連続するN画像、例えば3画像について、時間的に隣り合う画像における同一オブジェクト間の相関度（オブジェクトの時空的相関度）が所定値以上である場合、オブジェクト境界の信頼性が高いと判定する。

【0127】

例えば図19（A）に示すような時刻 $t-1$ のオブジェクトマップが既に作成されているとする。

【0128】

（S21）カウンタCNTに初期値0を代入する。

【0129】

（S22）時刻 t のオブジェクトマップを、上記第1実施形態で述べた方法で作成する。図19（B）は時刻 t のオブジェクトマップを示す。

【0130】

（S23）1つのクラスタに複数のオブジェクトが含まれる場合にはステップS24へ進み、そうでなければステップS27へ進む。

【0131】

（S24）時刻 $t-1$ と t のオブジェクトマップについて、オブジェクトの時空的相関度を求める。

【0132】

例えば、図19（A）の一方のオブジェクトOBJ1（ $t-1$ ）を、このオブ

ジェットの平均動きベクトルだけ移動した図形と、図19 (B) の該一方に対応するオブジェクトOBJ1 (t) の図形との図形論理積 (図19 (C) のハッチングが施された図形) の面積A1を求め、オブジェクトOBJ1 (t-1) の図形の面積A0を求め、比A1/A0を相関度として求める。面積A0は、オブジェクトOBJ1 (t) の図形の面積A0であってもよい。

【0133】

(S25) A1/A0が所定値r0以上であればステップS26へ進み、そうでなければステップS27へ進む。

【0134】

(S26) カウンタCNTを1だけインクリメントし、ステップS28へ進む。

【0135】

(S27) カウンタCNTをゼロクリアする。

【0136】

(S28) CNT < N-1であればステップS29へ進み、そうでなければステップS30へ進む。

【0137】

(S29) 次の時刻t+1をtとしてステップS21へ戻る。

【0138】

(S30) オブジェクトの時空的相関度が高いと判定し、時間tから遡ってオブジェクトを追跡する。

【0139】**[第4実施形態]**

図20は、本発明の第4実施形態のオブジェクトマップ説明図である。

【0140】

ブロックサイズを小さくすればオブジェクトの境界精度が向上する。しかし、ブロックサイズを小さくするほど、ブロックマッチングにより動きベクトルを決定することが困難になる。

【0141】

この問題を解決するために、本発明の第4実施形態では、ID及び動きベクトルMVを付与する各ブロックB(i, j)の動きベクトルを決定するためのブロックB'(i, j)のサイズを、ブロックB(i, j)のサイズよりも大きくしている。ブロックB'(i, j)はブロックB(i, j)と同心であり、ブロックB'(i, j)内にブロックB(i, j)が含まれている。

【0142】

例えば図20において、ブロックB'(t:3, 10)は、ブロックB(t:3, 10)の動きベクトルを求めるためのものである。図5の場合と同様に、ブロックB'(t:3, 10)の画像と、時刻t-1のブロックサイズの領域AXの画像とのテクスチャ相関度を、所定範囲AM内で領域AXを1画素移動させる毎に求める。

【0143】

他の点は、上記第1、第2又は第3実施形態と同一である。

【0144】

[第5実施形態]

上記実施形態では、ブロック単位で背景画像と比較することにより、オブジェクトが存在するかどうかを調べているので、背景画像を特別扱いしなければならない。また、例えば過去10分間の撮影画像に基づいて背景画像を生成しているので、カメラが揺れた場合には、この揺れを背景画像に反映させることができない。

【0145】

そこで、本発明の第5実施形態では、このような問題を解決するために、背景画像もオブジェクトとみなしてオブジェクトマップを作成する。オブジェクトマップ生成方法は、背景画像と比較してブロックに移動物体が存在するかどうかを判定する点以外は、上記第1、第2、第3又は第4実施形態と同一である。背景画像もオブジェクトとみなすので、全てのブロックについて、ブロックマッチングを行うことによりIDを付与しMVを決定する。

【0146】

次に、図11の処理により時刻tのオブジェクトマップが作成される過程の概

略を図 21 及び図 22 に基づいて説明する。

【0147】

(S11) 時刻 t で各ブロックについて、上式 (2) の評価関数 UD の値を最小にする動きベクトル MV を求める。但し、上述の動きベクトルを求めるのに適しないブロックについては動きベクトル MV を求めない。

【0148】

図 21 (A) に示すような画像に対し、この処理を行うことにより、図 21 (B) に示すような動きベクトルのオブジェクトマップが得られる。図 21 (B) において、点線はブロックの境界線であり、ドットは動きベクトルが 0 であることを示している。

【0149】

次に、動きベクトルを求めるのに適しない各ブロックについて、上式 (5) の評価関数 UV の値を最小にする動きベクトル MV を求める。これにより、図 22 (A) に示すような動きベクトルのオブジェクトマップが得られる。

【0150】

ステップ S12 ~ S15 の処理は第 2 実施形態と同一である。

【0151】

ステップ S12 の処理により、図 22 (B) に示すような ID のオブジェクトマップが得られる。

【0152】

このようにすれば、特別な背景画像を用いる必要がなく、また、カメラが揺れても、背景画像を識別することができる。また、画像上に入口スリットを設ける必要がなくなる。さらに、画像の枠から出たオブジェクトの ID を消滅させることにより、出口スリットを用いなくてもよい。

【0153】

[第 6 実施形態]

以上の実施形態では、画像をブロックに分割し、ブロック単位でオブジェクトの ID 及び MV を決定していたので、ブロックの境界と無関係な移動物体の一部、例えばブロックサイズの領域を追跡することができなかった。

【0154】

本発明の第6実施形態では、画像をブロックに分割し、ブロック単位でオブジェクトのID及びMVを決定するとともに、ブロックの境界と無関係な移動物体の一部を追跡する。

【0155】

図2のオブジェクトマップ記憶部26には、図23に示すように、時刻 $t \sim t-5$ の時系列画像に対応したオブジェクトマップ $OM(t) \sim OM(t-5)$ が格納されている。

【0156】

次の時刻では、 $t \rightarrow t-1$ とされ、すなわちオブジェクトマップ $OM(t) \sim OM(t-5)$ がそれぞれ $OM(t-1) \sim OM(t-6)$ とされる。そして、最も古いオブジェクトマップ $OM(t-6)$ が新たなオブジェクトマップ $OM(t)$ で更新される。

【0157】

図2の移動物体追跡部27において、移動物体の一部の追跡が以下のようにして行われる。

【0158】

図24(A)に示すように、オブジェクトマップ $OM(t)$ 上の着目領域 $A(t)$ の動きベクトルが $MV(t)$ であるとする。図24(A)中の点線はブロックの境界であり、この例では着目領域 $A(t)$ が1つのブロックに一致している。

【0159】

図24(B)に示すように、着目領域 $A(t)$ を、 $-MV(t)$ 移動させた領域に対応するオブジェクトマップ $OM(t-1)$ の着目領域 $A(t-1)$ を求める。

【0160】

着目領域 $A(t-1)$ の動きベクトル $MV(t-1)$ を、次のような重み付き平均により求める。

【0161】

$$MV(t-1) = (MV1 \cdot S1 + MV2 \cdot S2 + MV3 \cdot S3 + MV4 \cdot S4) / (S1 + S2 + S3 + S4)$$

ここに、 $MV1 \sim MV4$ は着目領域 $A(t-1)$ と重なった第1～4ブロックの動きベクトルであり、 $S1 \sim S4$ は着目領域 $A(t-1)$ と重なった第1～4ブロックの重なり部分画素数である。

【0162】

図24(C)に示すように、着目領域 $A(t-1)$ を、 $-MV(t-1)$ 移動させた領域に対応するオブジェクトマップ $OM(t-2)$ の着目領域 $A(t-2)$ を求める。

【0163】

着目領域 $A(t-2)$ の動きベクトル $MV(t-2)$ を、上記同様にして求める。

【0164】

このような着目領域の移動と移動後の着目領域の動きベクトル算出の処理を繰り返すことにより、着目領域を、ブロックの境界と無関係に追跡することができる。すなわち、時刻 t の着目領域 $A(t)$ に対し、時刻 $t-1 \sim t-5$ の着目領域 $A(t-1) \sim A(t-5)$ を求めることができる。

【0165】

本発明の第6実施形態によれば、移動物体の一部である着目領域を追跡することができ、例えば着目領域の行動パターンを解析したり、分類したり、特定の行動パターンであると判定したりすることが可能となる。また、複数の着目領域間の相対位置の行動パターンを解析したり、分類したり、特定の行動パターンであると判定したりすることが可能となる。

【0166】

上記の例では、時刻 t での着目領域が1つのブロックに一致する場合を説明したが、図24(B)のように着目領域が1つのブロックに一致しない場合であってもよい。この場合の着目領域の動きベクトルは、上記のように重み付き平均により求める。

【0167】

また、上記の例では、時間を遡って着目領域を追跡する場合を説明したが、オブジェクトマップOM ($t-5$) 上の着目領域A ($t-5$) から出発し、動きベクトルの正方向へ着目領域を移動させることにより、着目領域を追跡してもよい。この場合、新たなオブジェクトマップOM (t) が求まる毎に、着目領域A (t) を求めることにより、着目領域を追跡することができる。

【0168】

さらに、着目領域はブロックサイズより大きくても小さくてもよい。

【0169】**[第7実施形態]**

次に、オブジェクト境界認識に上記第6実施形態の方法を利用した例を、第7実施形態として説明する。

【0170】

図25 (A) において、オブジェクトマップOM (t) 上の隣り合う着目領域 $A_i(t)$ 及び $A_j(t)$ の動きベクトルがそれぞれ $MV_i(t)$ 及び $MV_j(t)$ であるとする。領域 $A_i(t)$ 及び $A_j(t)$ が互いに異なる移動物体の一部であっても、 $|MV_i(t) - MV_j(t)|$ が比較的小さい場合、両者を異なる移動物体と認識することができない。特に、カメラから遠く離れた複数の移動物体が互いに重なって見える場合、この問題が生ずる。

【0171】

そこで、上記第6実施形態の方法により、オブジェクトマップOM ($t-5$) 上の着目領域 $A_i(t-5)$ 及び $A_j(t-5)$ を決定する。領域 $A_i(t-5)$ の中心から領域 $A_i(t)$ の中心までの動きベクトルを、早送り動きベクトル $MV_i(t-5, t)$ として求める。同様に、領域 $A_j(t-5)$ の中心から領域 $A_j(t)$ の中心までの動きベクトルを、早送り動きベクトル $MV_j(t-5, t)$ として求める。そして、 $|MV_i(t-5, t) - MV_j(t-5, t)|$ の値が所定値 ϵ を越えていれば、着目領域 $A_i(t)$ と $A_j(t)$ の境界が互いに異なる移動物体の境界であると認識する。

【0172】

このような処理を、オブジェクトマップOM (t) 上の1つのクラスタ内の全

ての隣り合うブロックに適用することにより、該クラスタに含まれている複数の移動物体を分割認識することができる。

【0173】

上記の例では $|MV_i(t-k, t) - MV_j(t-k, t)|$ の k が 5 である場合を説明したが、重なって見える移動物体間の画像上相対速度が小さいほど k の値を大きくした方が好ましい。

【0174】

そこで、1つのクラスタについて、図26に示すような動きベクトルの絶対値のヒストグラムを作成する。ピークが複数存在すれば、このクラスタに複数の移動物体が含まれていると推定できる。ピーク間の距離 ΔV に対し、 k の値を、

$$k = [\alpha \Delta V]$$

と決定する。ここに α は試行錯誤により定められる定数であり、 $[\]$ は四捨五入による整数化を意味する。

【0175】

[第8実施形態]

図27は、本発明の第8実施形態の移動体境界認識方法を示すフローチャートである。

【0176】

この方法では、上記ヒストグラムを作成せずに、図25(A)の2つの着目領域について、以下のように k の値を 0 から最大値 k_{\max} まで変化させる。 k_{\max} は例えば、10フレーム/秒の場合、5である。

【0177】

(S31) k に初期値 0 を代入する。

【0178】

(S32) $|MV_i(t-k, t) - MV_j(t-k, t)| > \epsilon$ であればステップS33へ進み、そうでなければステップS34へ進む。

【0179】

(S33) 着目領域 $A_i(t)$ と $A_j(t)$ の境界が互いに異なる移動物体の境界であると認識する。

【0180】

(S34) k の値を 1 だけインクリメントする。

【0181】

(S35) $k > k_{\max}$ であればステップ S36 へ進み、そうでなければステップ S32 へ戻る。

【0182】

(S36) 着目領域 $A_i(t)$ と $A_j(t)$ が同一移動物体に属すると認識する。

【0183】

他の点は、上記第 7 実施形態と同一である。

【0184】

この第 8 実施形態によれば、上記ヒストグラムを作成せずに k の値が自動的に決定される。

【0185】

なお、本発明には外にも種々の変形例が含まれる。

【0186】

例えば、上記実施形態では空間的差分画像を処理して移動物体を追跡する場合を説明したが、本発明は各種エッジ画像や原画像を処理して移動物体（移動物体の一部を含む）を追跡する構成であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

交差点及びこれに配置された本発明の第 1 実施形態の移動物体追跡装置の概略を示す図である。

【図 2】

図 1 中の移動物体追跡装置の機能ブロック図である。

【図 3】

図 3 に示す如くフレーム画像内の、交差点への 4 つの入口及び交差点からの 4 つの出口にそれぞれ設定されたスリット及びブロックに付与された移動物体の ID を示す説明図である。

【図 4】

(A) 及び (B) はそれぞれ時刻 $t-1$ 及び t の画像をブロック境界線とともに模式的に示す図である。

【図 5】

(A) 及び (B) はそれぞれ時刻 $t-1$ 及び t の画像を画素境界線とともに模式的に示す図である。

【図 6】

(A) 及び (B) はそれぞれ時刻 $t-1$ 及び t の画像を、ブロックに付与された動きベクトルとともに模式的に示す図である。

【図 7】

(A) 及び (B) はそれぞれ時刻 $t-1$ 及び t のオブジェクトマップに付与された動きベクトル及びオブジェクト境界を模式的に示す図である。

【図 8】

未定動きベクトルの推定方法を示すフローチャートである。

【図 9】

(A) 及び (B) は図 8 の処理を説明するための、オブジェクトマップに付与された動きベクトル及びオブジェクト境界を模式的に示す図である。

【図 10】

(A) ~ (C) は図 8 の処理を説明するための、オブジェクトマップに付与された動きベクトル及びオブジェクト境界を模式的に示す図である。

【図 11】

本発明の第 2 実施形態のオブジェクトマップ作成方法を示すフローチャートである。

【図 12】

(A) 及び (B) は時空的テクスチャ相関度の説明図である。

【図 13】

(A) 及び (B) は空間的 ID 相関度の説明図である。

【図 14】

(A) 及び (B) は空間的動きベクトル相関度の説明図である。

【図 15】

本発明の第2実施形態の実験結果を示す図であって、(A)及び(B)はそれぞれ、交差点での撮影画像及びそのIDのオブジェクトマップを示す図である。

【図 16】

本発明の第2実施形態の実験結果を示す図であって、(A)及び(B)はそれぞれ、高速道路での低角度撮影画像及びそのIDのオブジェクトマップを示す図である。

【図 17】

本発明の第2実施形態の実験結果を示す図であって、(A)及び(B)はそれぞれ、横断歩道での撮影画像、及び、これとIDのオブジェクトマップのID付与部のメッシュとを重ね合わせた画像を示す図である。

【図 18】

本発明の第3実施形態の、クラスタを分割するオブジェクト境界が確定したかどうかを判断する方法を示すフローチャートである。

【図 19】

(A)～(C)は図18の処理を説明するための図である。

【図 20】

本発明の第4実施形態のブロックマッチング説明図であって、(A)及び(B)はそれぞれ時刻 $t-1$ 及び t の画像をブロック境界線とともに模式的に示す図である。

【図 21】

(A)及び(B)は本発明の第5実施形態を説明するための図であって、(A)は画像を模式的に示す図、(B)は第1段階で求められる動きベクトルのオブジェクトマップを示す図である。

【図 22】

(A)及び(B)は該第5実施形態を説明するための図であって、(A)は第2段階で求められる動きベクトルのオブジェクトマップを示す図、(B)はIDのオブジェクトマップを示す図である。

【図 23】

着目領域を追跡する本発明の第6実施形態を説明するための時系列オブジェクトマップを示す図である。

【図24】

(A) ~ (C) は、時間を遡って着目領域を追跡する方法の説明図である。

【図25】

(A) 及び (B) は本発明の第7実施形態のオブジェクト境界認識方法説明図である。

【図26】

1つのクラスタについての、動きベクトルの絶対値のヒストグラムを示す図である。

【図27】

本発明の第8実施形態のオブジェクト境界認識方法を示すフローチャートである。

【図28】

道路中央線上方に設置されたカメラで撮像された時系列画像を模式的に示す図である。

【符号の説明】

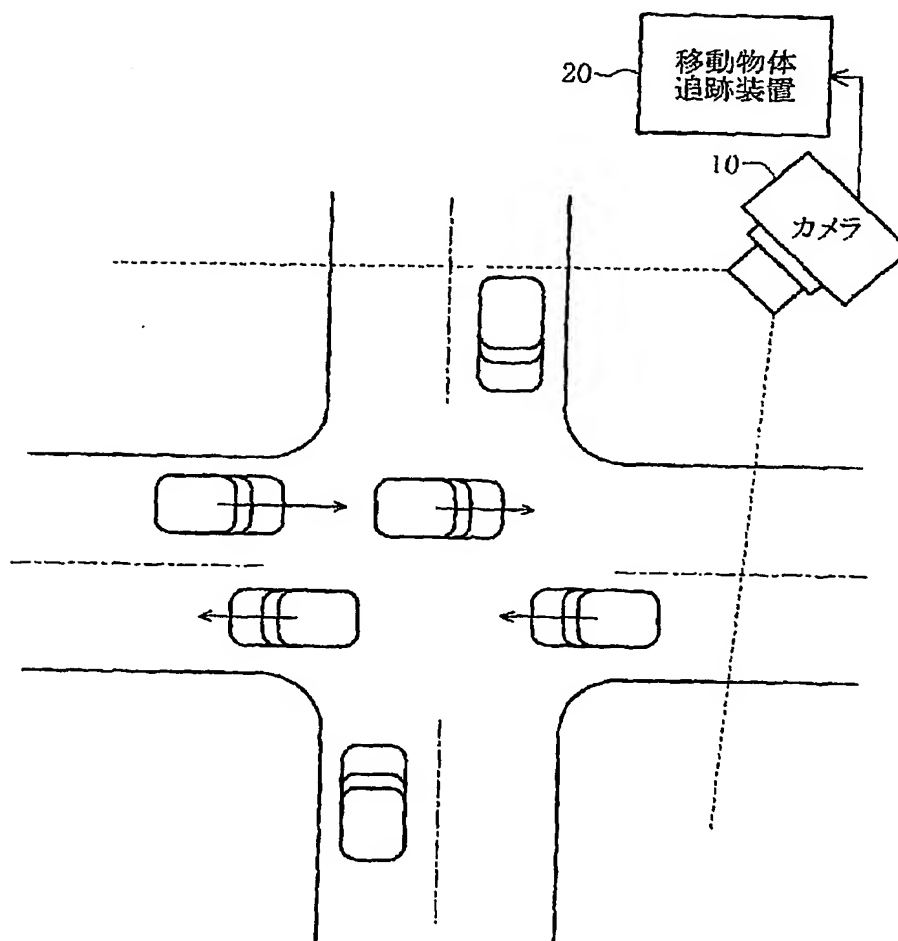
- 10 カメラ
- 20 移動物体追跡装置
- 21 画像メモリ
- 22 画像変換部
- 23 フレームバッファメモリ
- 24 背景画像生成部
- 25 ID生成／消滅部
- 26 オブジェクトマップ記憶部
- 27 移動物体追跡部

【書類名】

図面

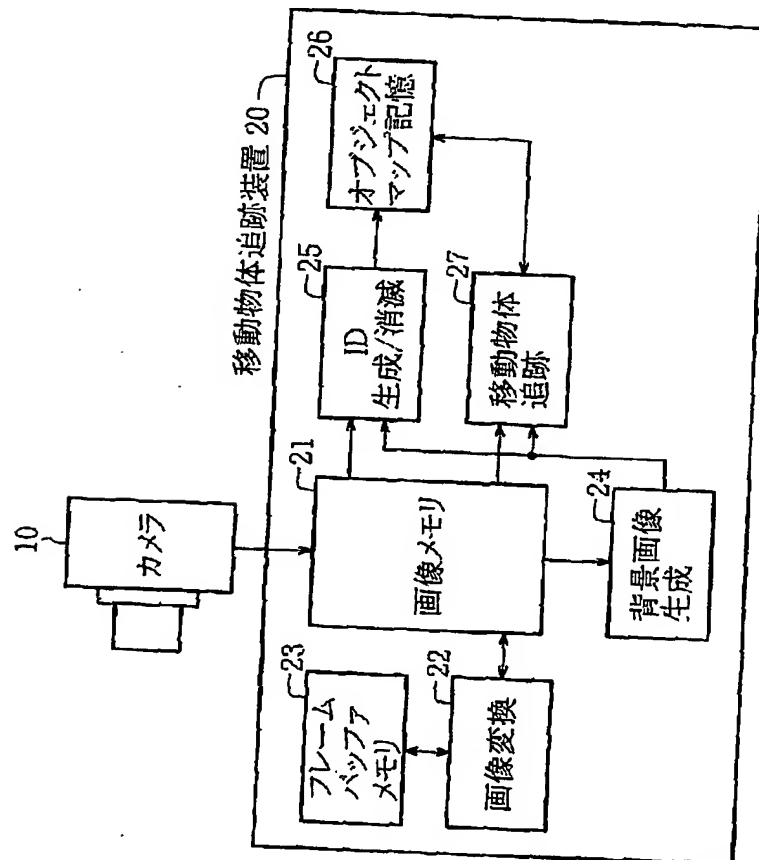
【図 1】

交差点及びこれに配置された本発明の第1実施形態の装置の概略を示す図



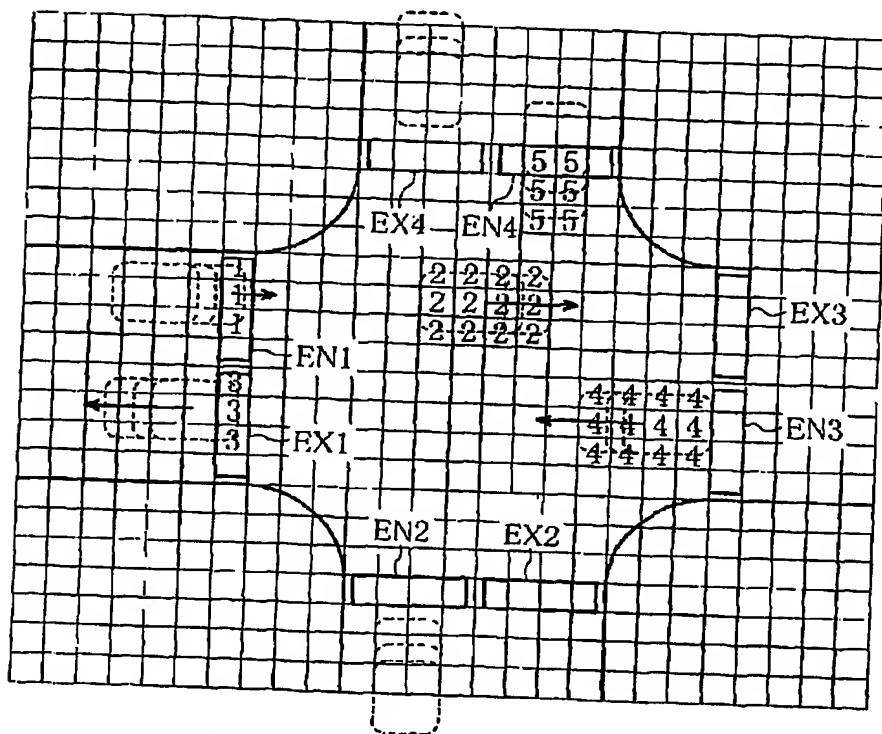
【図 2】

図1中の移動物体追跡装置の機能ブロック図



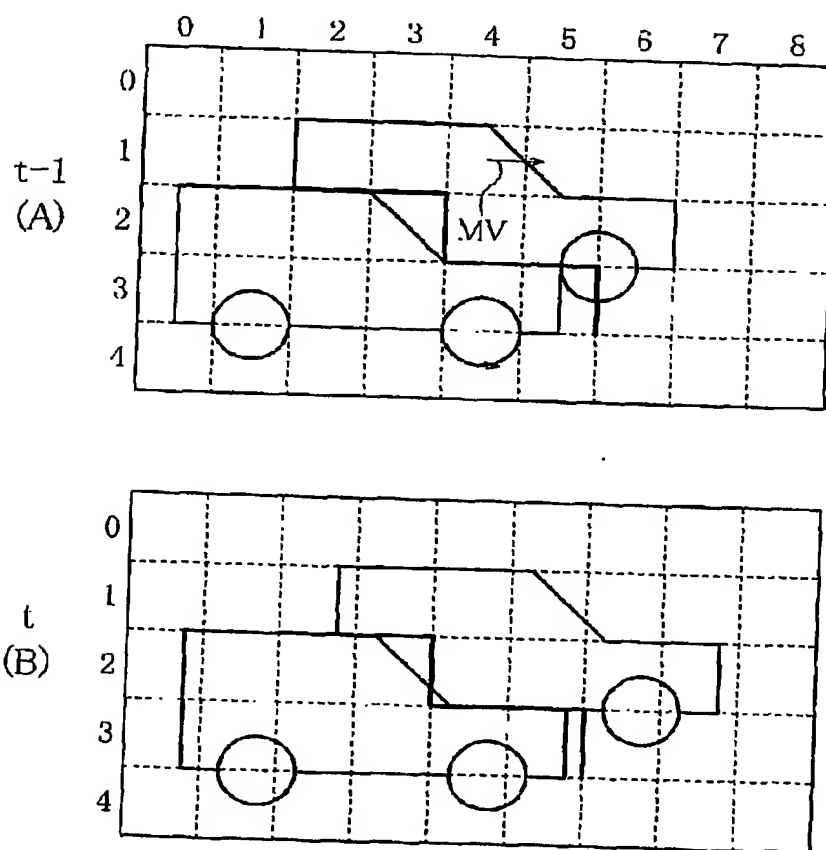
【図 3】

交差点への4つの入口及び交差点からの4つの
出口に設定されたスリット及びブロックに付された
移動物体のIDを示す説明図



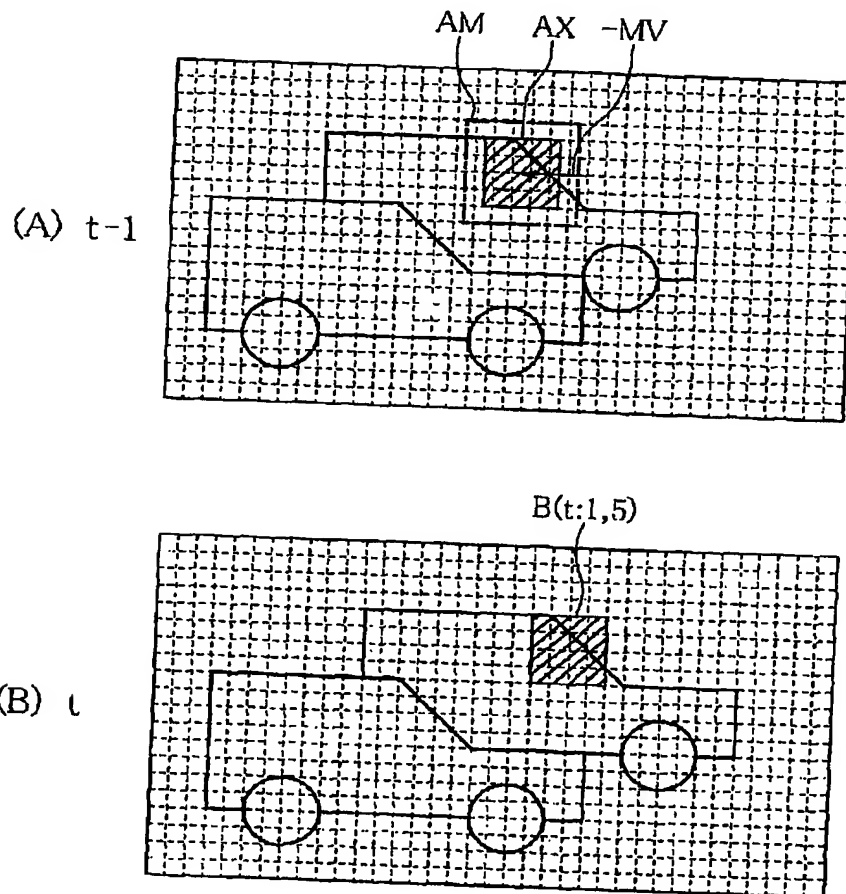
【図 4】

(A) 及び (B) はそれぞれ時刻 $t-1$ 及び t の画像を
ブロック境界線とともに模式的に示す図



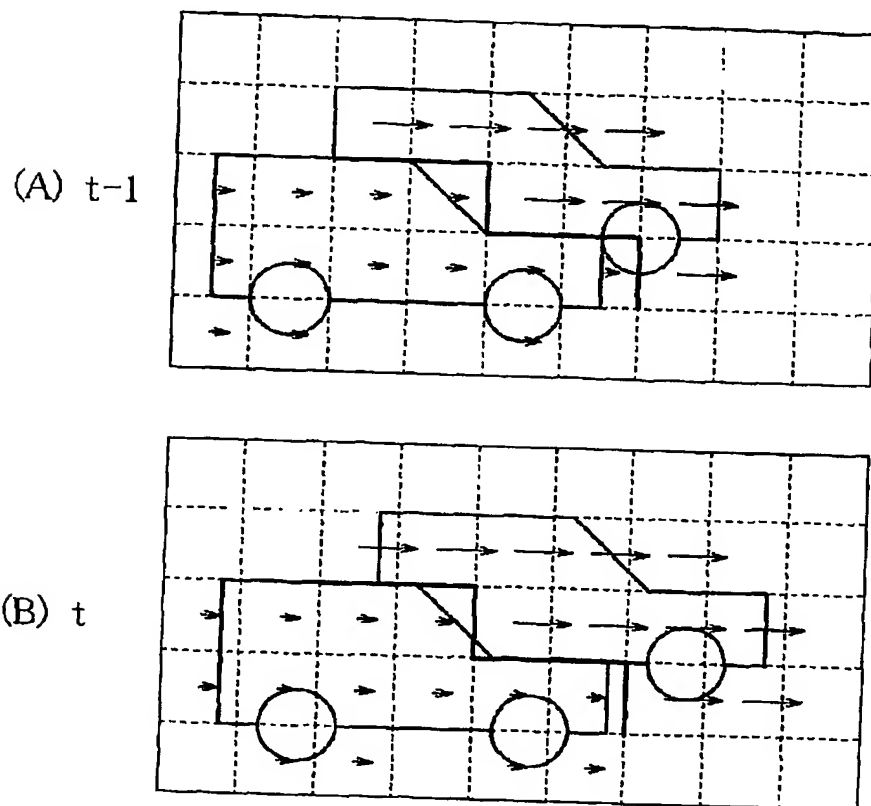
【図5】

(A) 及び (B) はそれぞれ時刻 $t-1$ 及び t の画像を画素境界線とともに模式的に示す図



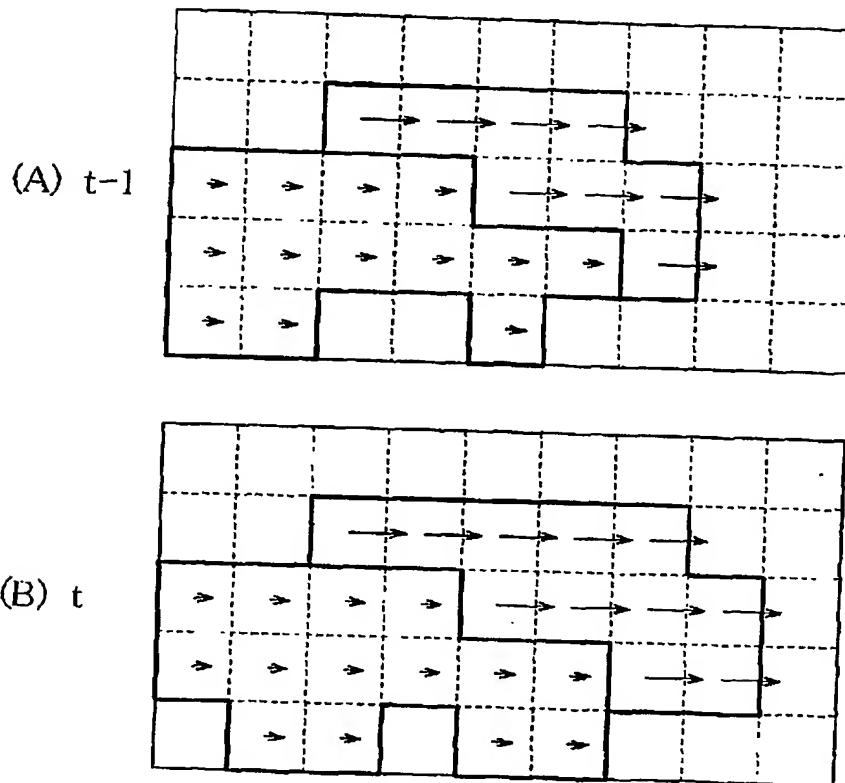
【図 6】

(A) 及び (B) はそれぞれ時刻 $t-1$ 及び t の画像を、ブロックに付与された動きベクトルとともに模式的に示す図



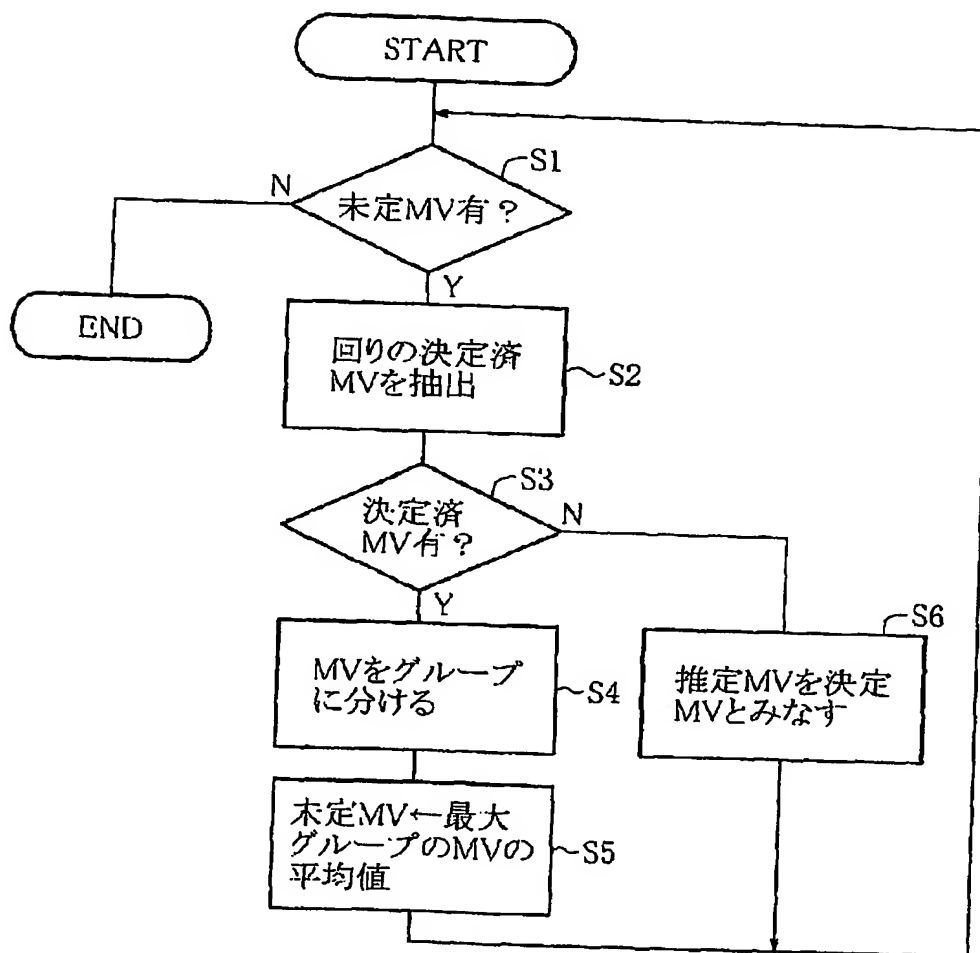
【図 7】

(A)及び(B)はそれぞれ時刻 $t-1$ 及び t のオブジェクトマップに付与された動きベクトル及びオブジェクト境界を模式的に示す図



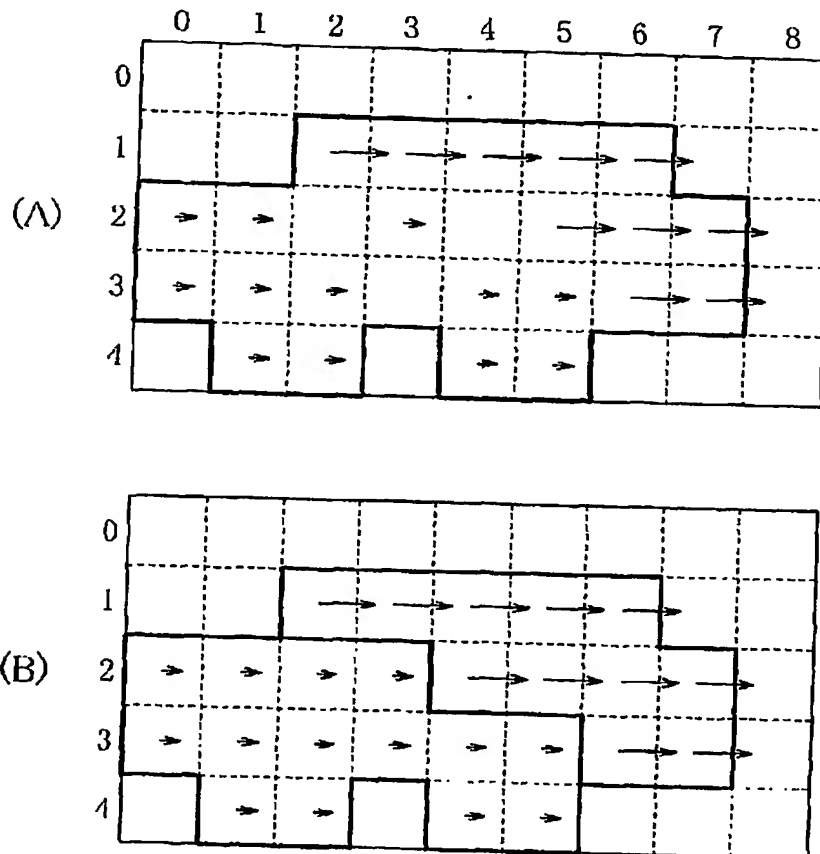
【図 8】

未定動きベクトルの推定方法を示すフローチャート



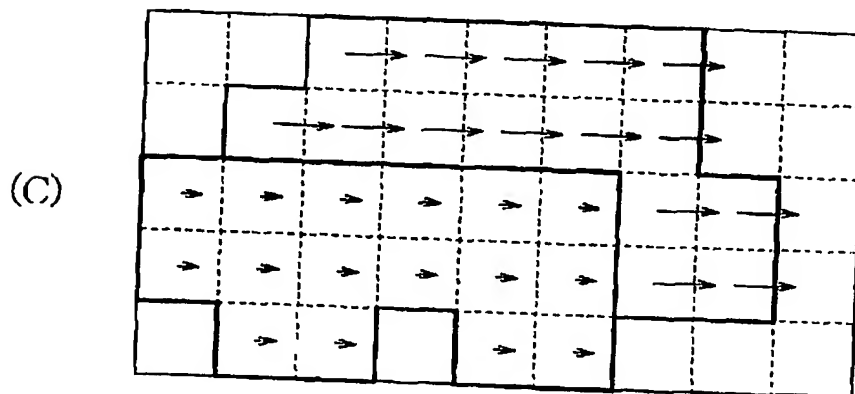
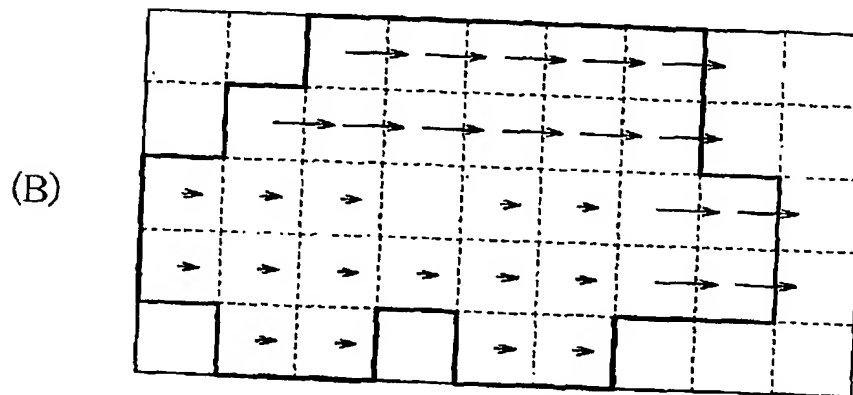
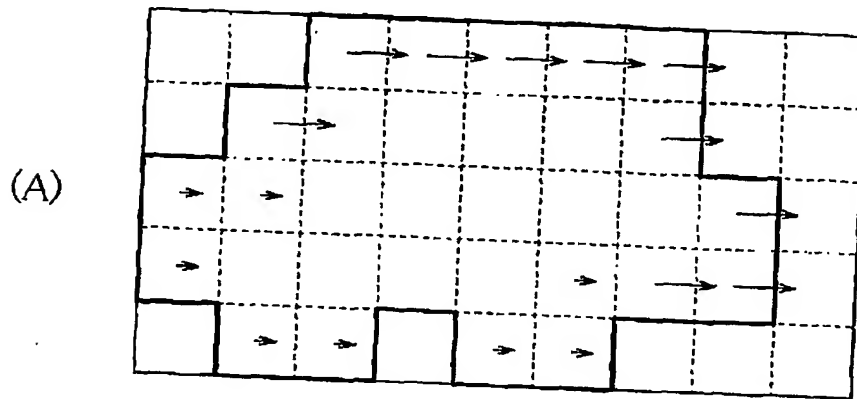
【図 9】

(A) 及び (B) は図 8 の処理を説明するための、
オブジェクトマップに付与された動きベクトル及び
オブジェクト境界を模式的に示す図



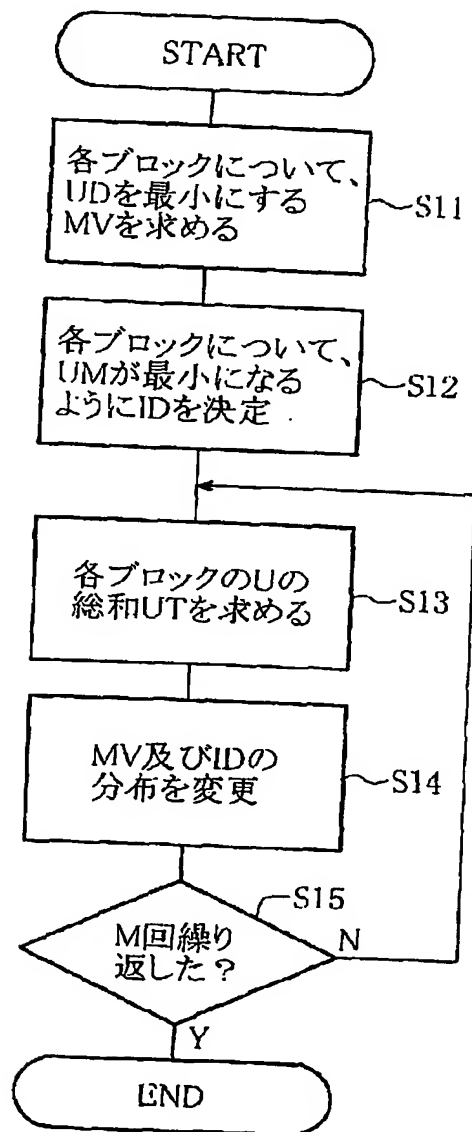
【図10】

(A)～(C)は図8の処理を説明するための、
オブジェクトマップに付与された動きベクトル及び
オブジェクト境界を模式的に示す図



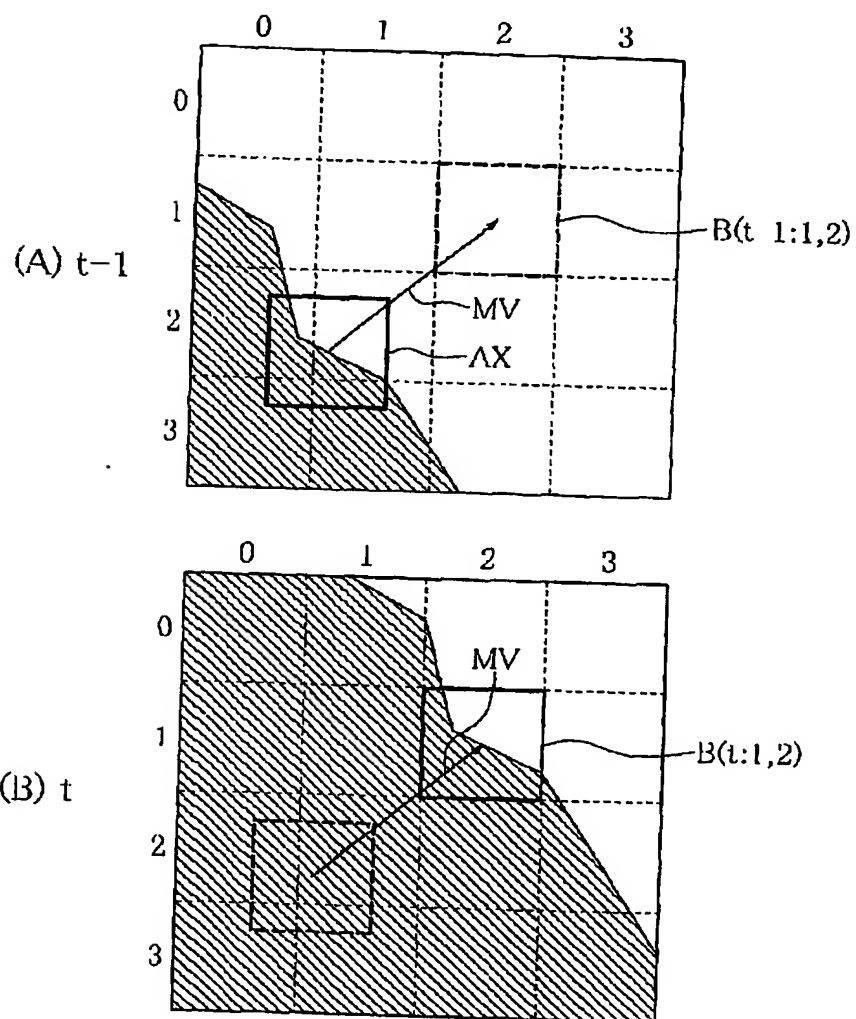
【図11】

本発明の第2実施形態のオブジェクトマップ作成方法を示すフローチャート



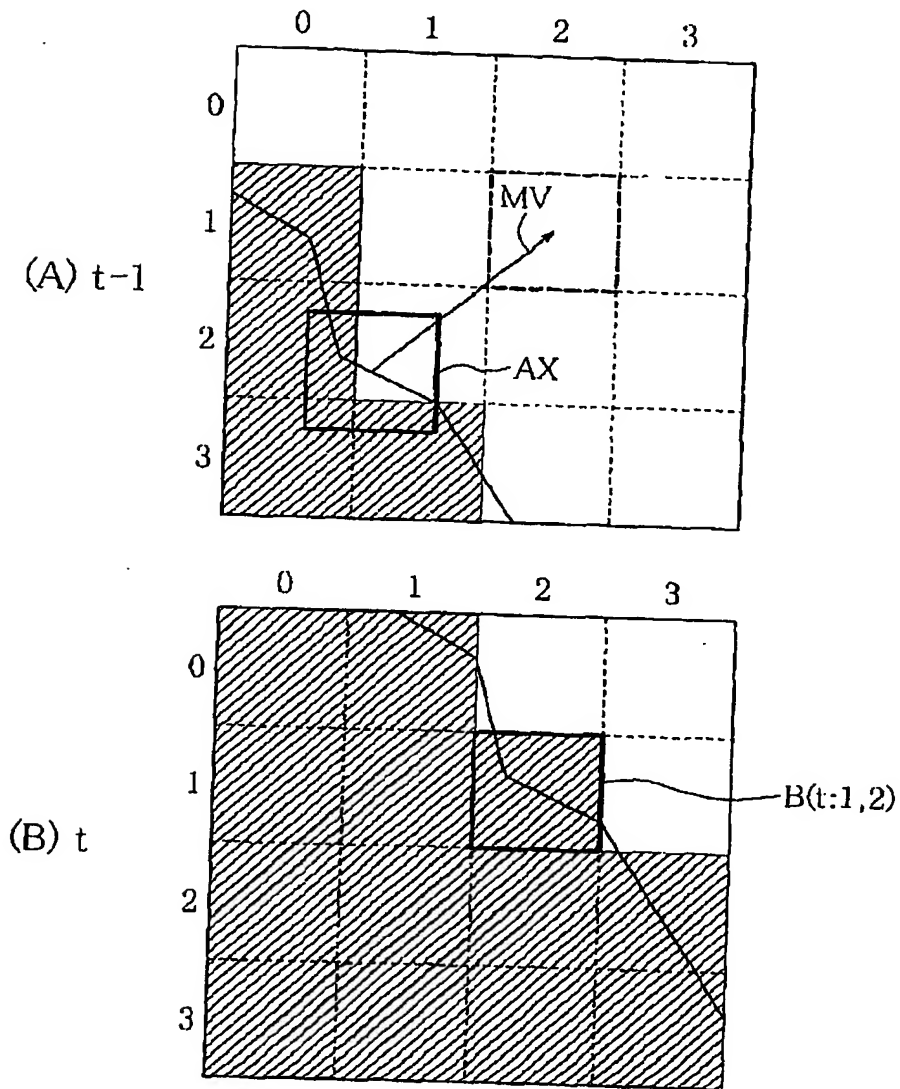
【図 12】

(A) 及び (B) は時空的テクスチャ相関度の説明図



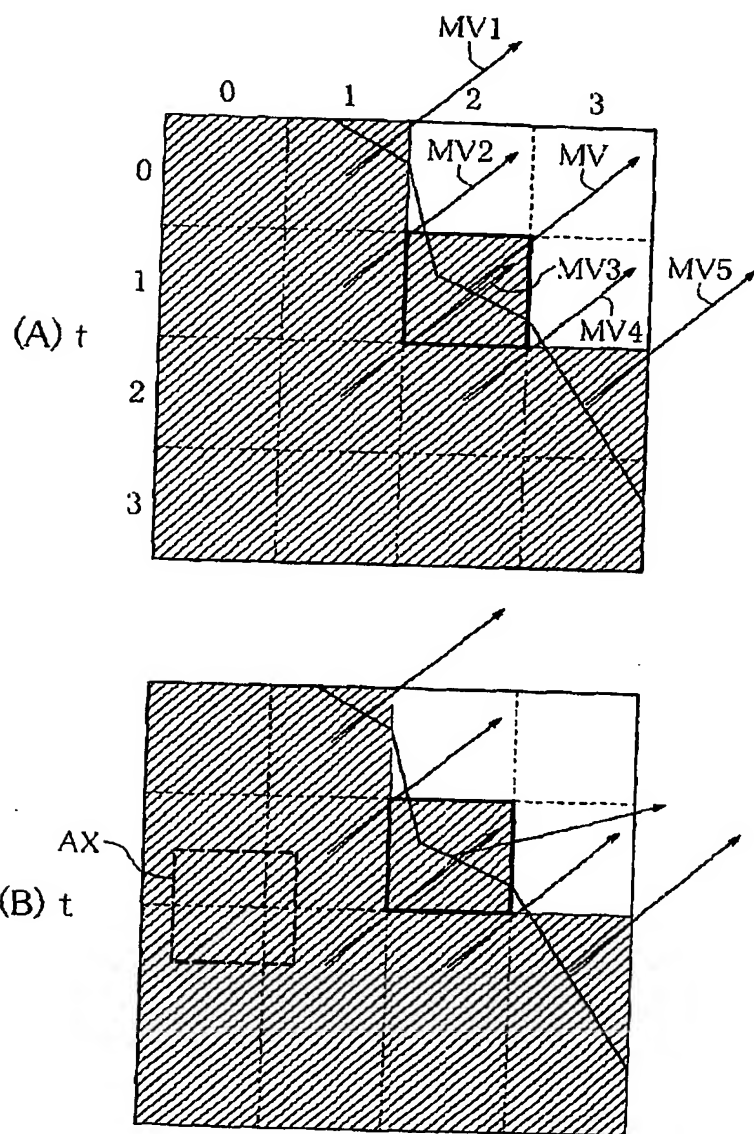
【図 13】

(A) 及び (B) は空間的 ID 相関度の説明図



【図 14】

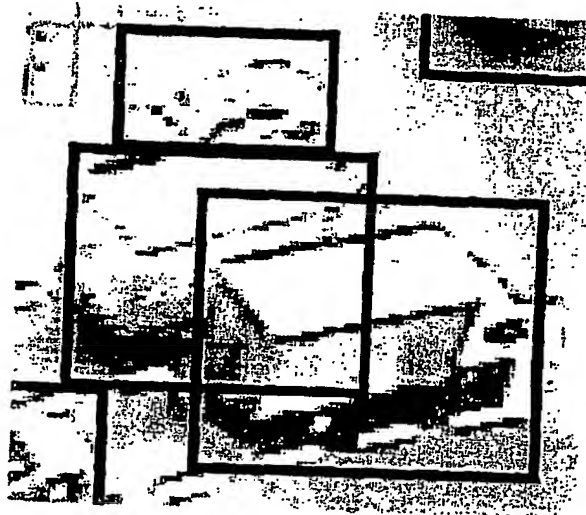
(A) 及び (B) は空間的動きベクトル相関度の説明図



【図 15】

本発明の第2実施形態の実験結果を示す図であって、
(A)及び(B)はそれぞれ、交差点での撮影画像及び
そのIDのオブジェクトマップを示す図

(A)

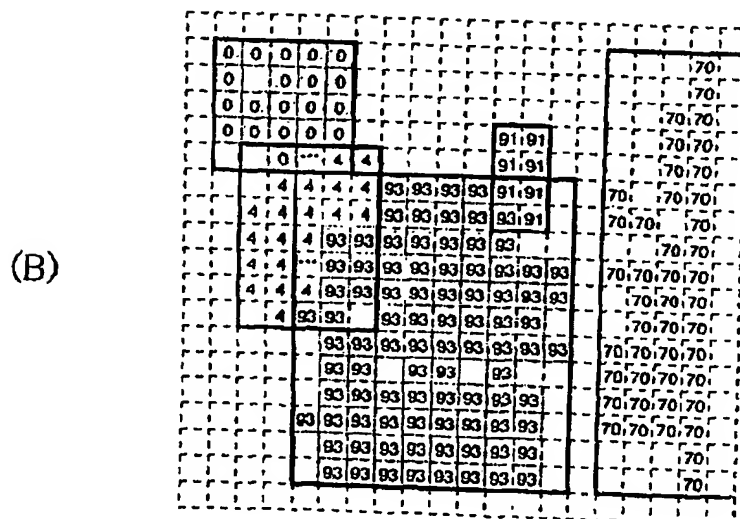
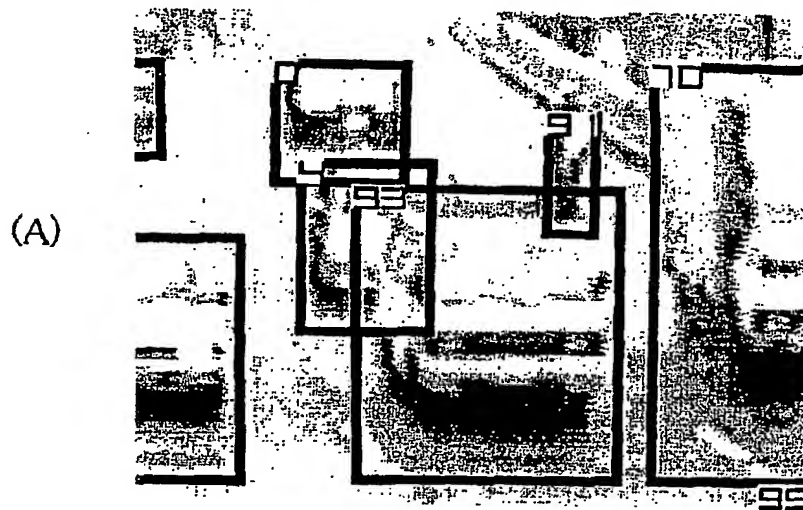


(B)

				7					
			7	7	7				
		7	7	7	7	...			
	34	...	34	34	34	34	34		
	34	34	34	34	34	34	34	...	58
		34	34	34	34	34	58	58	58
	34	34	34	...	58	58	58	58	58
	34	34	34	58	58	58	58	58	58
		34	34	58	58	58	58	58	58
				58	58	58	58	58	58
					58	58			

【図 16】

本発明の第2実施形態の実験結果を示す図であって、(A)及び(B)はそれぞれ、高速道路での低角度撮影画像及びそのIDのオブジェクトマップを示す図



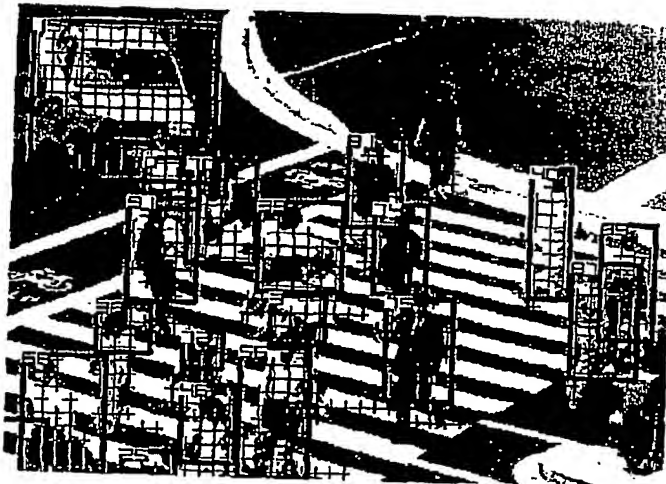
【図17】

本発明の第2実施形態の実験結果を示す図であって、
(A)及び(B)はそれぞれ、横断歩道での撮影画像、
及び、これとIDのオブジェクトマップのID付与部の
メッシュとを重ね合わせた画像を示す図

(A)

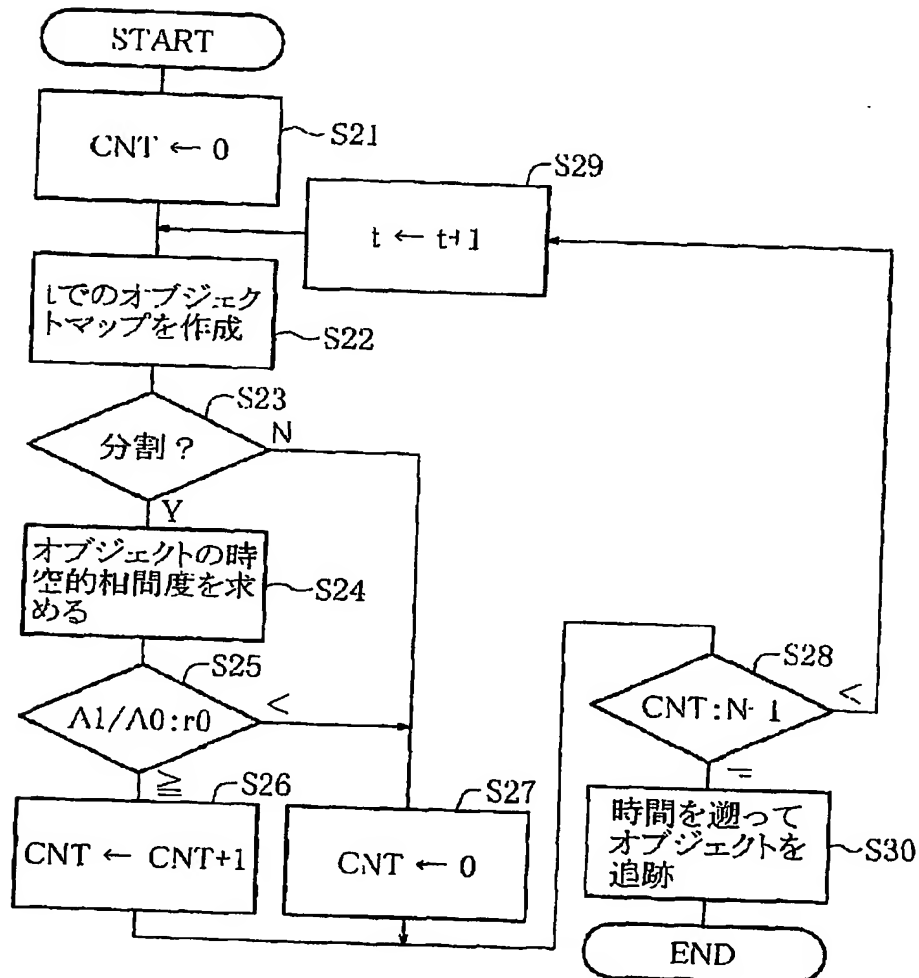


(B)



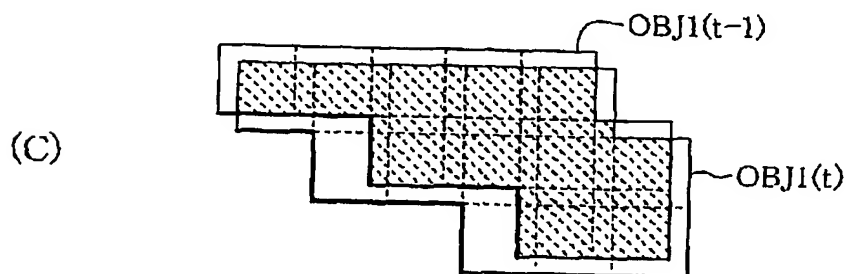
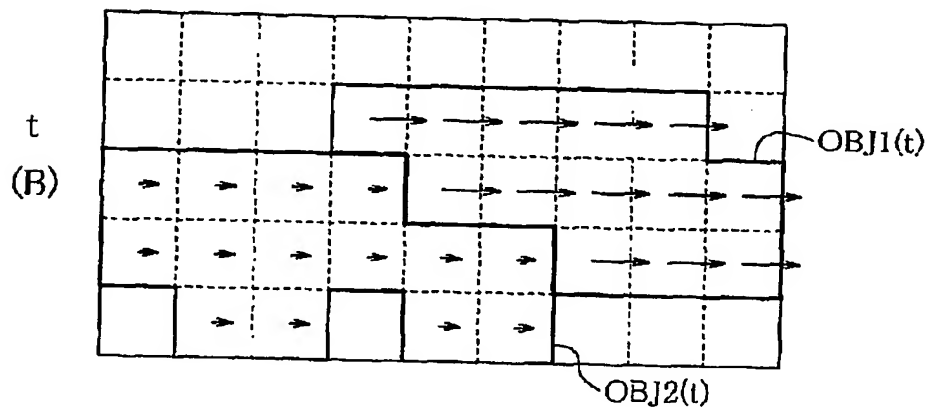
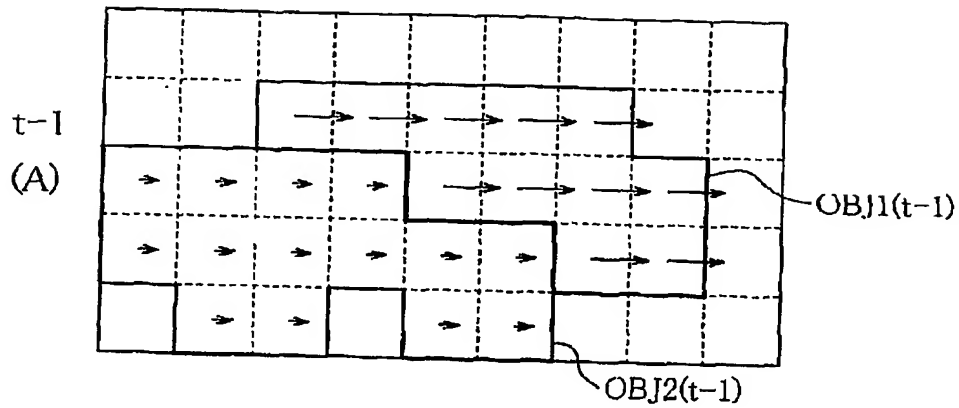
【図 18】

本発明の第3実施形態の、クラスタを分割する
オブジェクト境界が確定したかどうかを判断する
方法を示すフローチャート



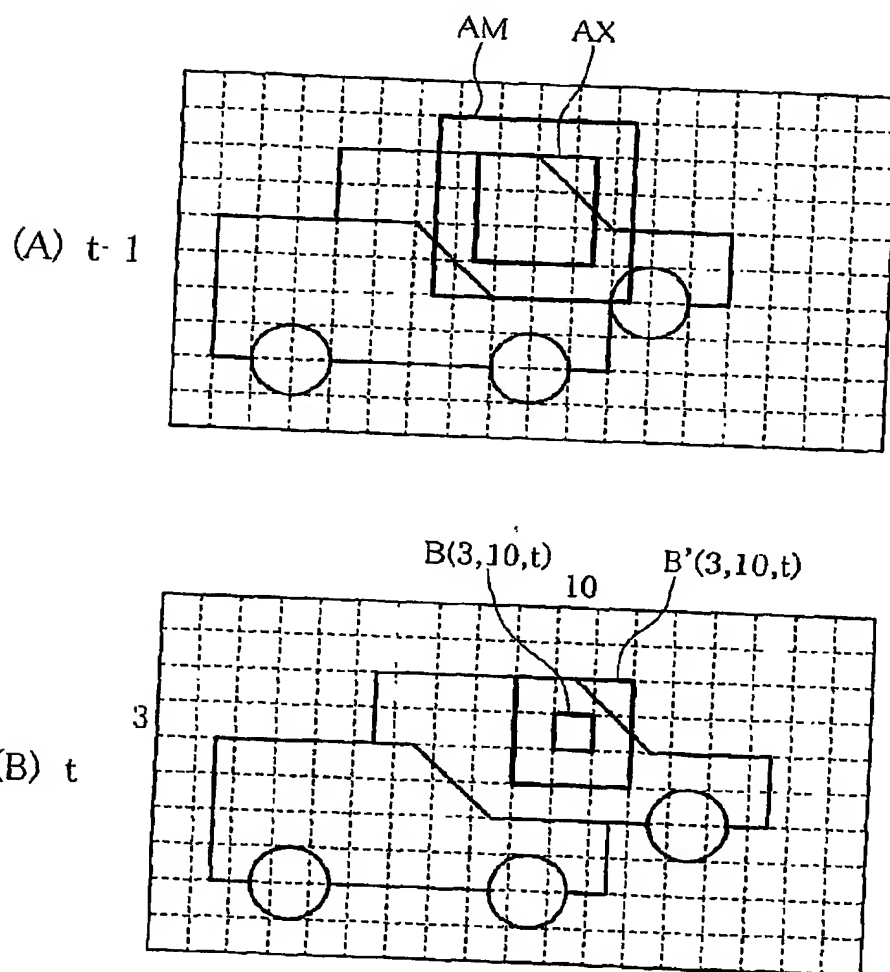
【図 19】

(A)～(C)は図18の処理を説明するための図



【図 20】

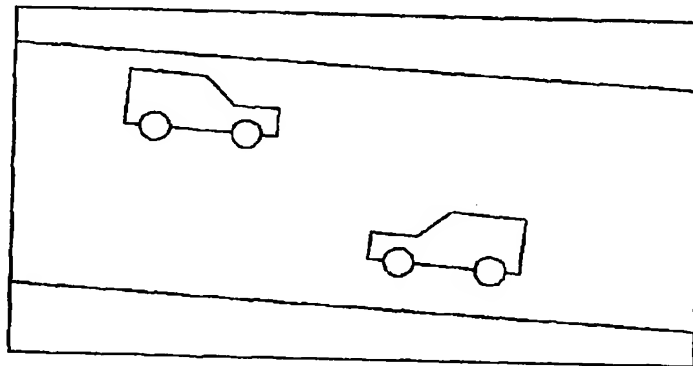
本発明の第4実施形態のブロックマッチング説明図
であって、(A)及び(B)はそれぞれ時刻 $t-1$ 及び t の
画像をブロック境界線とともに模式的に示す図



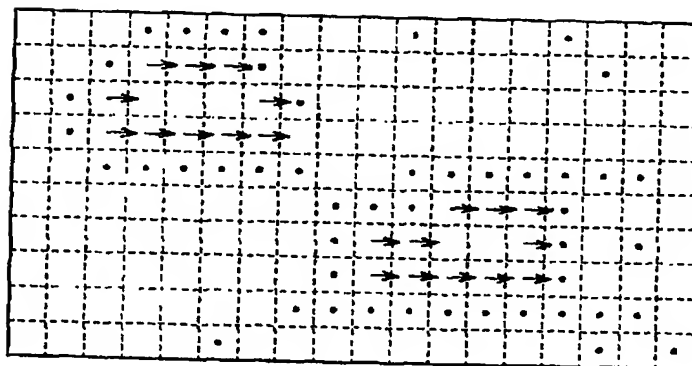
【図 21】

(A) 及び (B) は本発明の第5実施形態を説明するための図であって、(A) は画像を模式的に示す図、(B) は第1段階で求められる動きベクトルのオブジェクトマップを示す図

(A)

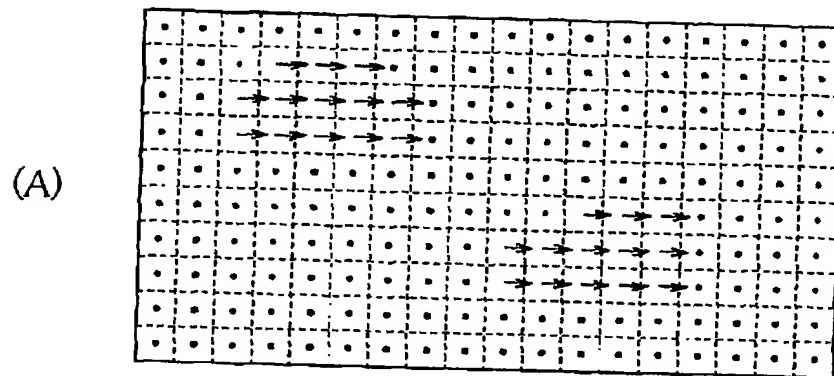


(B)



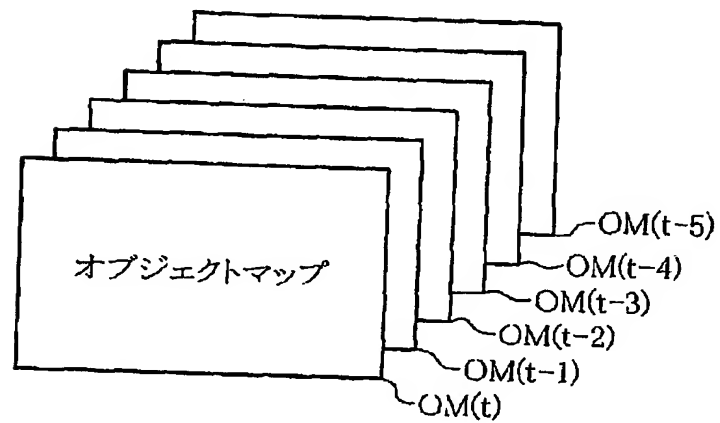
【図 22】

(A) 及び (B) は該第5実施形態を説明するための図であって、(A) は第2段階で求められる動きベクトルのオブジェクトマップを示す図、(B) はIDのオブジェクトマップを示す図



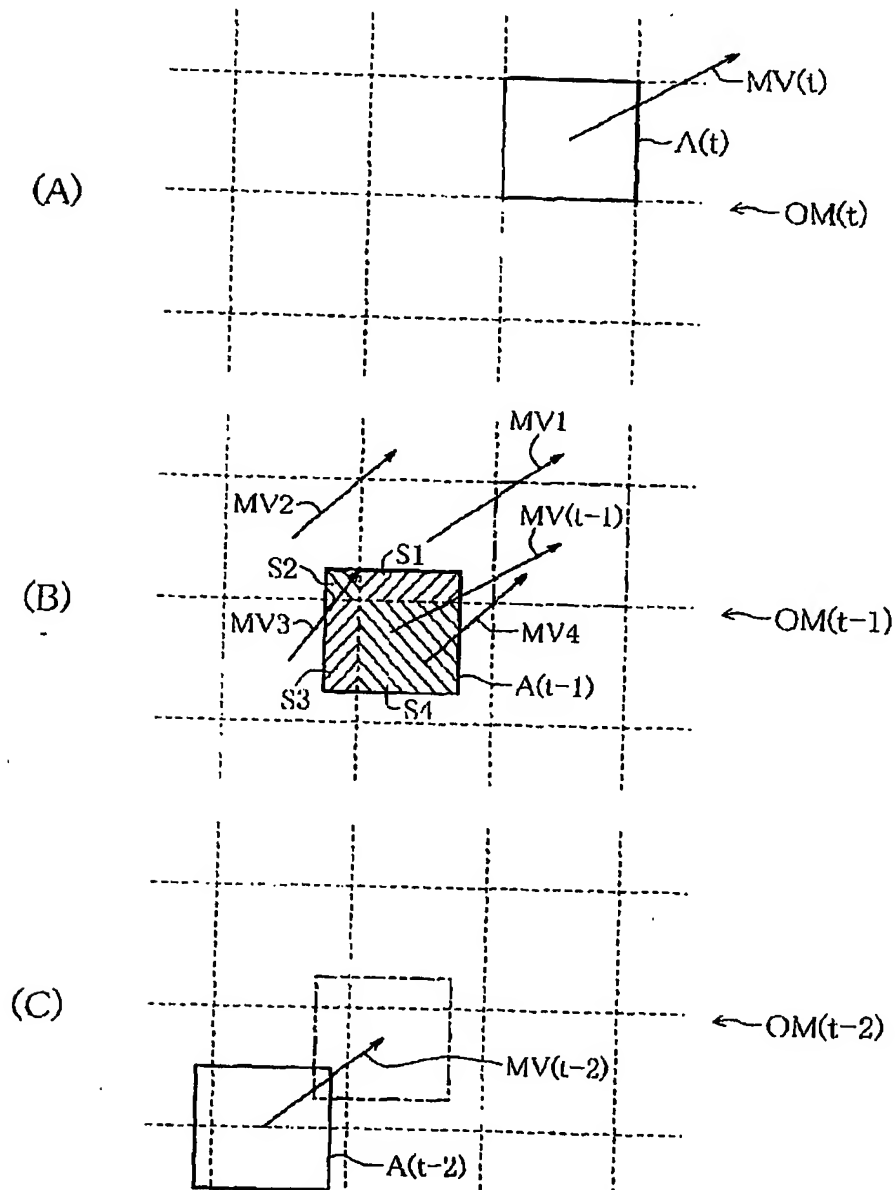
【図 23】

着目領域を追跡する本発明の第6実施形態を説明
するための時系列オブジェクトマップを示す図



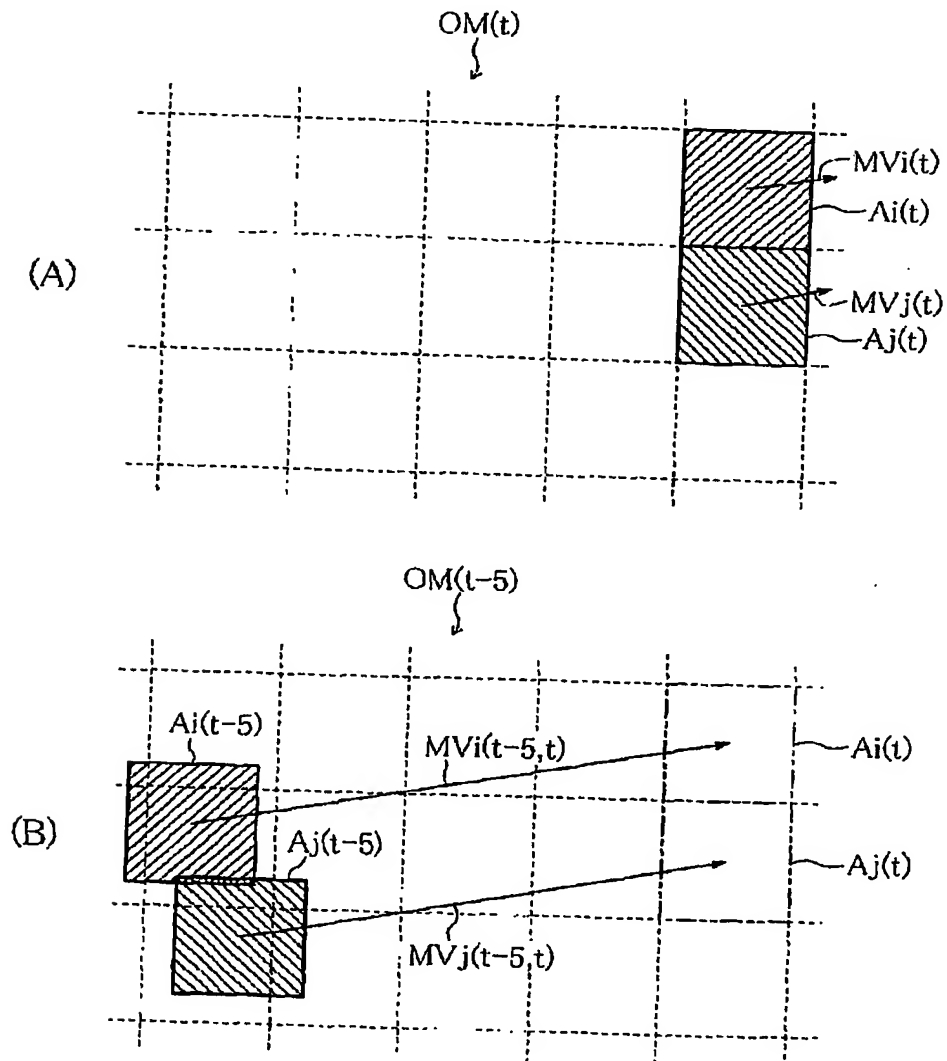
【図 24】

(A)～(C)は、時間を遡って着目領域を追跡する方法の説明図



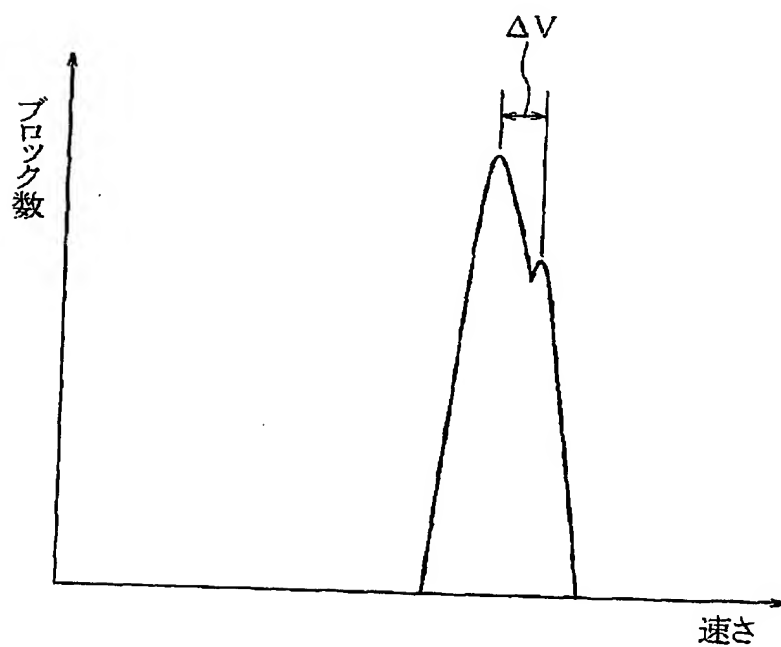
【図 25】

(A) 及び (B) は本発明の第7実施形態の
オブジェクト境界認識方法説明図



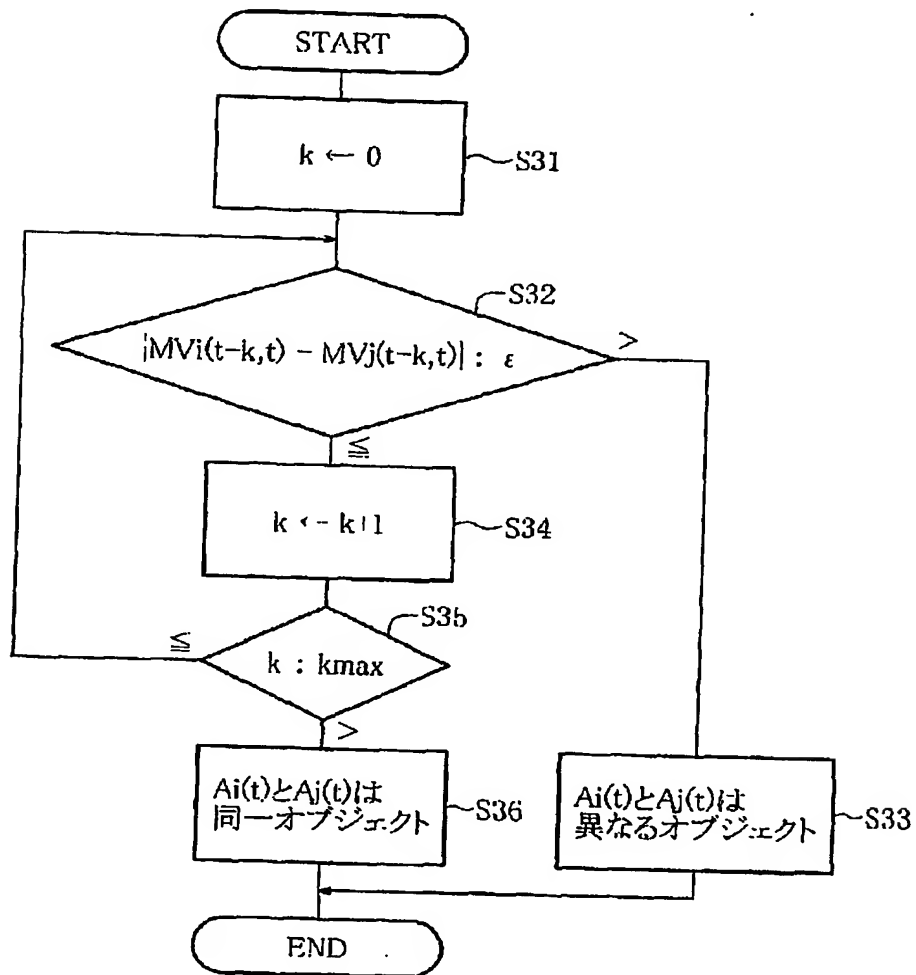
【図 26】

1つのクラスタについての、動きベクトルの
絶対値のヒストグラムを示す図



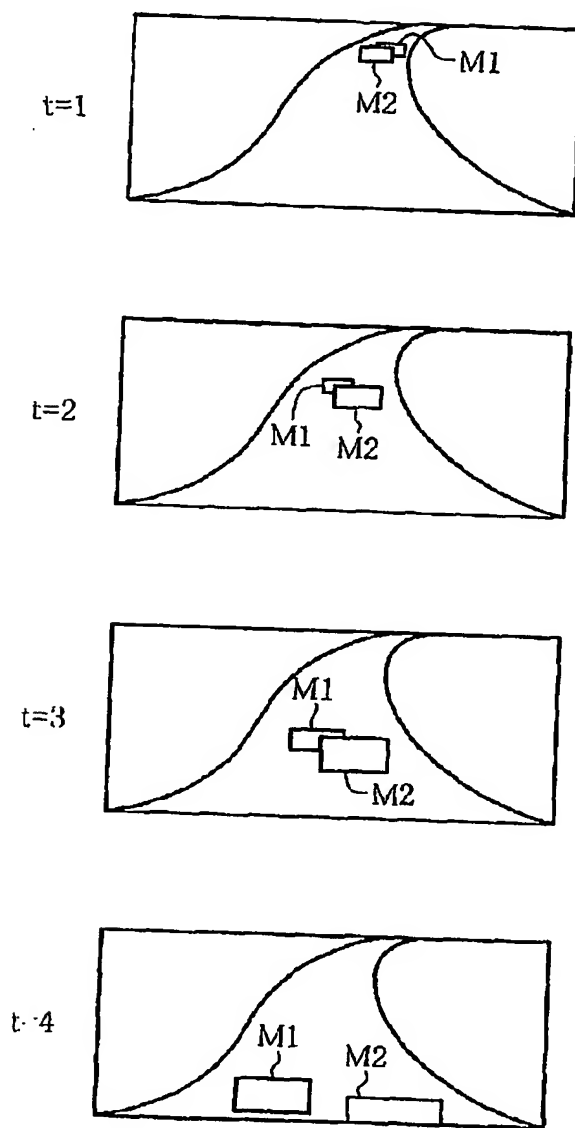
【図 27】

本発明の第8実施形態のオブジェクト
境界認識方法を示すフローチャート



【図 28】

道路中央線上方に設置されたカメラで撮像された
時系列画像を模式的に示す図



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 より少ない数の、一時記憶される時系列画像で、移動物体を追跡する。

【解決手段】 時系列画像のうち連続する N 画像 ($N \geq 2$) について、(a) 隣り合うブロックの動きベクトルの差の絶対値が所定値以内のブロックに同一の識別符号を付与することにより、画像上で互いに重なった移動物体に互いに異なる識別符号を付与し、(b) 該 N 画像の各々において、第1識別符号が付与されたブロック群である第1オブジェクトと第2識別符号が付与されたブロック群である第2オブジェクトとが接し、かつ、該 N 画像について時間的に隣り合う画像の第1オブジェクト間の相関度が所定値以上であるかどうかを判定し、(c) ステップ(b) で肯定判定された後に、時間を遡って該第1オブジェクトと該第2オブジェクトとを追跡する。

【選択図】

図18

出願人履歴情報

識別番号

[801000049]

1. 変更年月日
[変更理由]

2001年 8月31日

新規登録

住所
氏名

東京都目黒区駒場四丁目6番1号
財団法人生産技術研究奨励会